

Tabla de contenidos

Introducción	3
Metodología básica del Diseño Industrial	4
Etapas de análisis	5
Análisis funcionales	6
Análisis de configuración general	7
Análisis de montaje y relaciones estructurales	9
Análisis de funcionamiento e interacción con el tiempo	10
Análisis ergonómicos y biomecánicos	11
Análisis de principios físicos	12
Análisis tecnológicos	15
Análisis Perceptuales	17
El cubo perceptual	18
El vocabulario visual	18
Definición del problema	24
Generación de opciones de diseño	30
Configuración general	31
Exploración de detalles	38
Síntesis del proceso de diseño	43
Detallado del diseño	46
Diagramación de las láminas	47
Descripción general del proyecto	50
Figura humana de referencia	53
<i>Renderings</i> 3D	54
Jerarquía de lectura	55
Descripción analítica del producto (gradientes de mejoramiento)	56
Modelos de presentación	59
El reporte de diseño	60
Referencias bibliográficas	63

Introducción

Este documento pretende ser una guía para el desarrollo de proyectos en Diseño Industrial, tienen carácter académico y está pensado como un curso introductorio para estudiantes de los primeros semestres de la Escuela de Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El documento se propone como una guía visual, tratando en cada paso de ser lo más gráfico posible, dejando de lado el exceso de texto y las explicaciones superfluas. Con este estilo se pretende ejemplificar el concepto de “pensamiento gráfico” como base fundamental del desarrollo de productos. En cada apartado se dan ejemplos recogidos de muy variadas fuentes bibliográficas, con el fin de que el estudiante sin experiencia tenga una clara idea de lo que se está pensando en cada etapa metodológica del proceso.

La exploración de las opciones de diseño es principalmente un monólogo exploratorio que ejecuta el diseñador. Siendo así, el pensamiento crítico, expresado a través de análisis gráfico, es la herramienta principal de desarrollo y documentación. En caso de que el trabajo sea realizado en grupo, estos análisis son el medio ideal para comunicar, discutir y discernir entre posibilidades.

En general el pensamiento tridimensional no es una de las capacidades naturales del cerebro humano, nuestra percepción está programada para vivir en la superficie del planeta (a diferencia de aves y peces) y por lo tanto nuestra capacidad de pensar en tres dimensiones es relativamente escasa. Esta limitación hace necesaria la exploración a través del dibujo de las posibilidades tridimensionales de los proyectos de diseño, y solo mediante el análisis gráfico de las cualidades de las opciones es posible una discriminación efectiva.

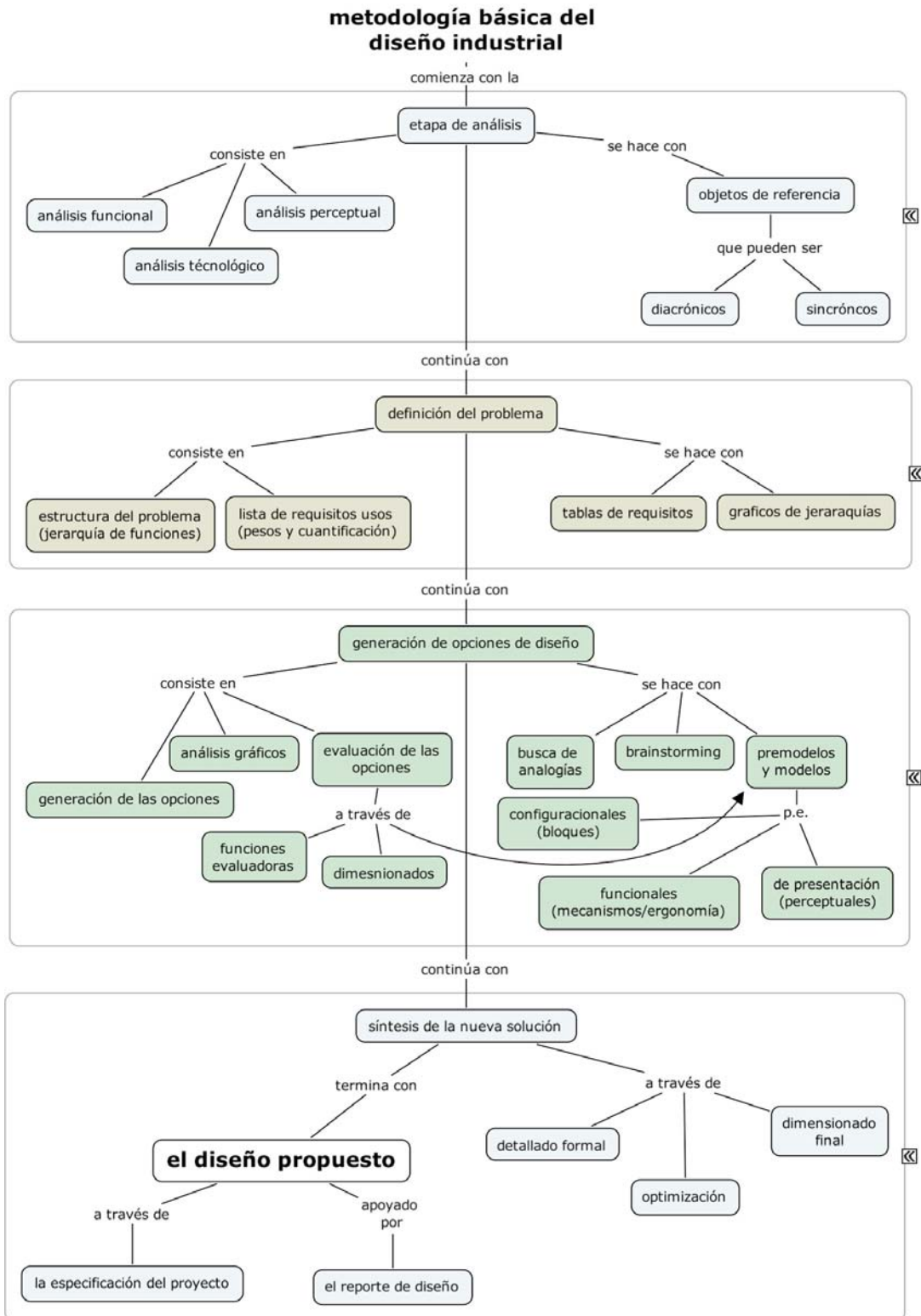
Se ha discutido mucho acerca del uso de la computadora como herramienta de diseño. Sin duda el ordenador es una herramienta invaluable en muchos de los aspectos del proceso, sin embargo, su ayuda en la etapa de desarrollo es cuestionable. Aun con la mejor interfase imaginable, la velocidad de desarrollo y modificación de las opciones de diseño a través

del dibujo “a mano alzada” es mejor que cualquier otra posibilidad. La razón de este hecho es fácil de imaginar; la mano es la interfase natural hombre-objeto en el desarrollo de dibujos, el control que se puede desarrollar entre el cerebro y la mano (y con ella con los bocetos exploratorios) es, sin duda alguna, el más natural posible, pues es el límite natural de la humanidad. Por esta razón es y será siempre la más eficiente.

En otras palabras aun con la mejor interfase, digamos una interfase verbal de ciencia ficción, es muy posible que un diseñador necesite hacer uno que otro “dibujito” para terminar de hacer entender lo que piensa.

Por esta y otras razones, esta guía está pensada como una colección de ejemplos gráficos del proceso metodológico para desarrollar productos industriales y no como un libro sobre metodología proyectual típico.

Metodología básica del Diseño Industrial



Etapa de análisis

La etapa de análisis consiste en la recolección de información necesaria para empezar a diseñar. El Diseño Industrial, a diferencia de la mayoría de las otras disciplinas de diseño es de naturaleza generalista. Un diseñador industrial puede tener que enfrentar proyectos muy diversos en forma consecutiva o secuencial.

Esta característica del Diseño Industrial obliga a que el proceso comience con una detallada investigación de los factores que influyen en el campo de la actividad humana en la que se inserta el proyecto.

En general se puede resumir los factores que influyen en el proceso en tres tipos principales:

1. Factores funcionales
2. Factores tecnológicos
3. Factores preceptuales.

Esta clasificación de factores da origen a los tipos de análisis que se detallarán en breve.

Del mismo modo se puede hablar de tres ejes transversales en los que clasificar los análisis, a saber:

1. Análisis de la necesidad
2. Análisis de los principios físicos involucrados en el diseño
3. Análisis de objetos referenciales

Análisis de la necesidad

En este tipo de análisis se profundiza el estudio de la necesidad y no de los productos que convencionalmente satisfacen la misma. Este enfoque tiene la ventaja de centrar la atención en aspectos que no necesariamente han sido explorados anteriormente, además de la posibilidad de satisfacer la necesidad desde otro ángulo que no se haya usado y que puede ser más eficiente.

Análisis de los principios físicos involucrados

En cualquier diseño de productos hay principios científicos involucrados. En el caso de un sacacorchos, por ejemplo, sería necesario que el

diseñador entienda claramente aspectos como fricción, impermeabilidad química, condensación, hidratación, entre otros.

Por supuesto, entre más complejo sea el diseño más aspectos se deberán de tener claro, al punto de que en diseños de mediana complejidad a menudo no basta con el análisis sino que se debe invitar a otros profesionales al proyecto.

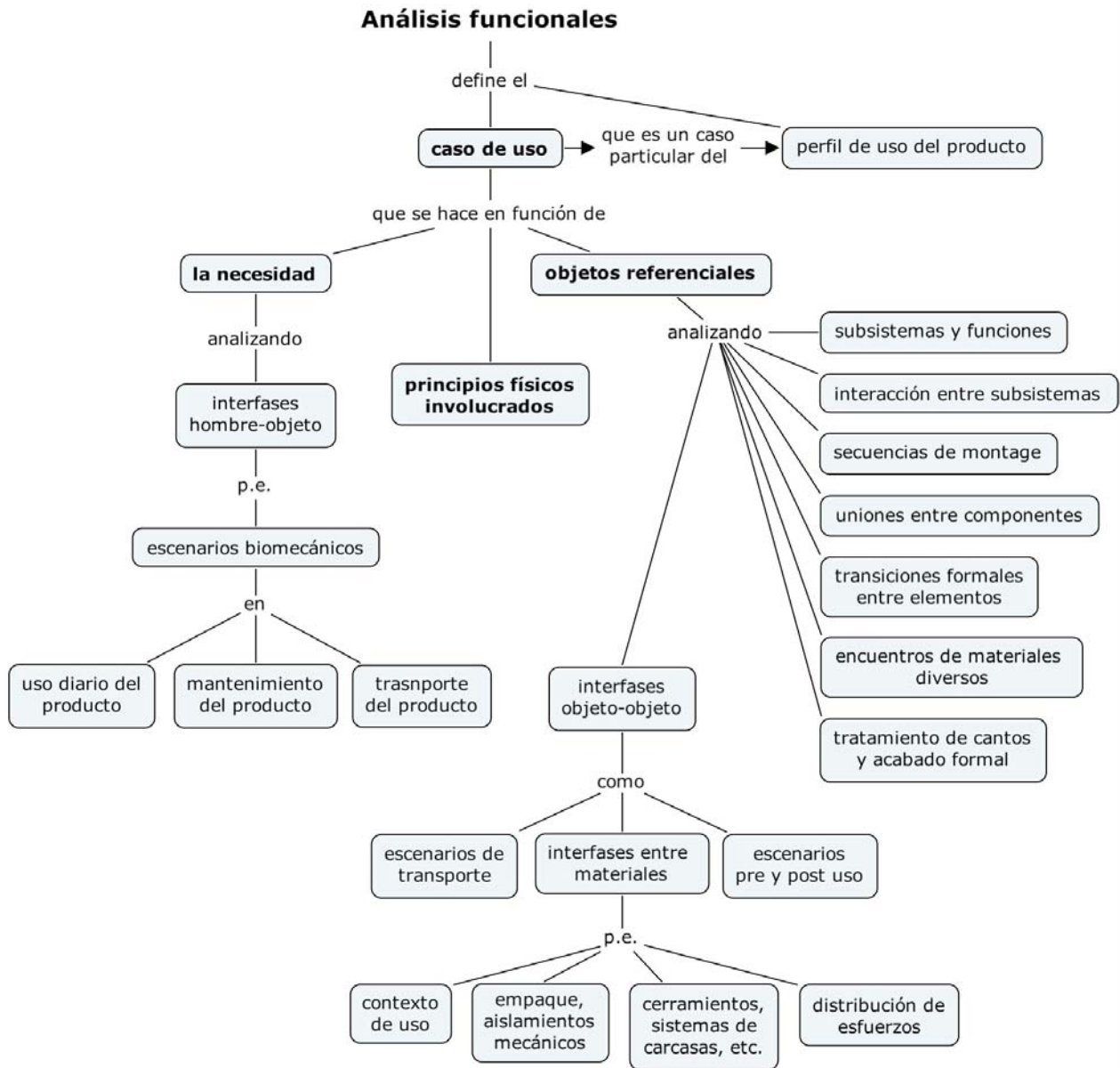
Análisis de objetos de referencia

La mayoría de los análisis se desarrollan en función de objetos de referencia. Estos son una colección de objetos que representan el diseño que se busca. Los objetos pueden hacer referencia a diferentes aspectos buscados, entre los cuales pueden estar aspectos preceptuales, aspectos funcionales o tecnológicos.

Los análisis gráficos se desarrollan a partir de una cuidadosa selección de estos objetos que representen cada aspecto de los análisis.

A continuación se detallan ejemplos de esta etapa del proceso y se exponen algunos detalles de cómo se realizan.

Análisis funcionales

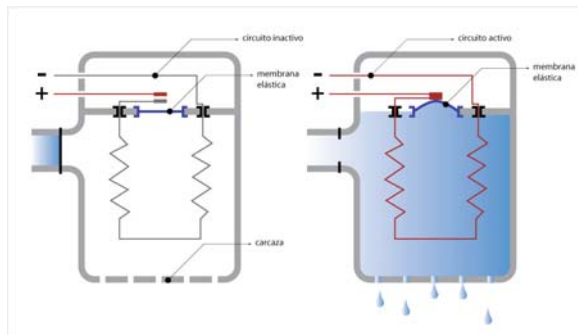
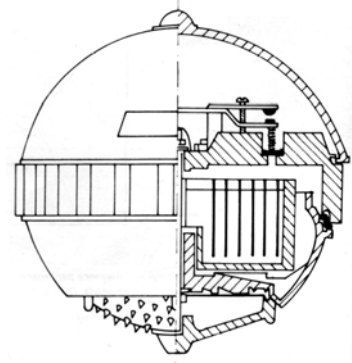
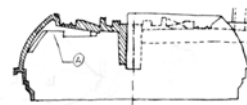
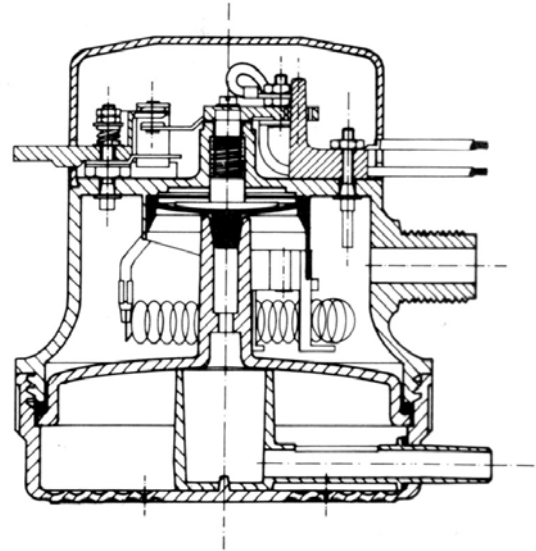


Análisis de configuración general

A continuación se observan algunos análisis de diferentes calentadores de agua [BKP1984]. En los diagramas se analizan tres diferentes productos referenciales que cumplen la misma función.

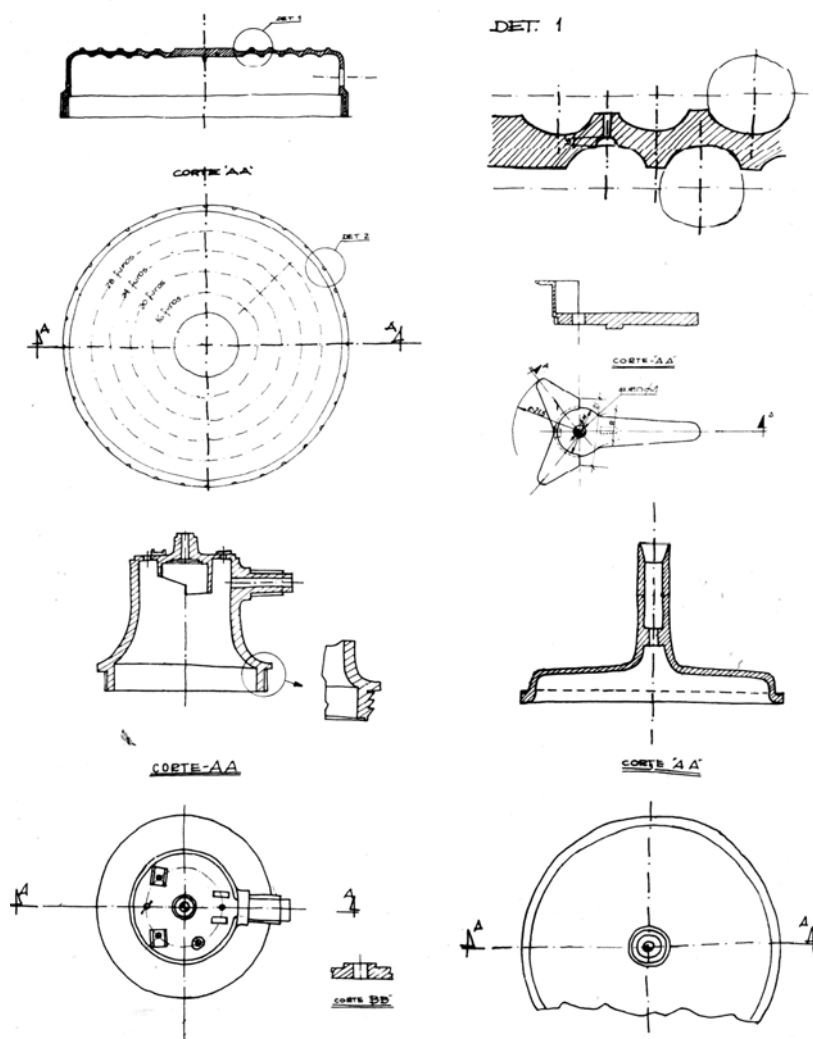
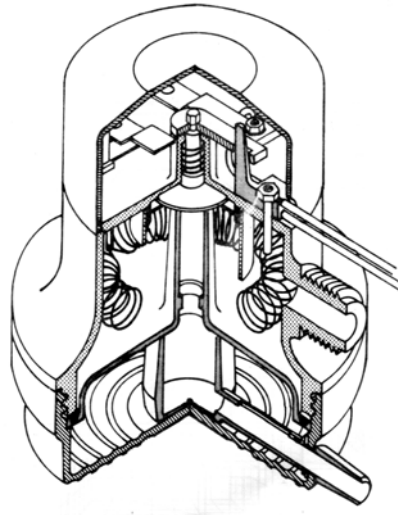
Algunos puntos importantes a notar en estos análisis son:

1. Esquematzación clara y concisa de principios de funcionamiento
2. Rigurosidad en la proporciones y las relaciones entre componentes
3. Cortes axonométricos para aclarar la posición tridimensional de los elementos que interactúan en los sistemas
4. Cortes detallados para entender el diseño del ensamble entre componentes y materiales
5. Comparación de montajes a través de explosos axonométricos.



FUNCIONAMENTO DA RESISTÊNCIA



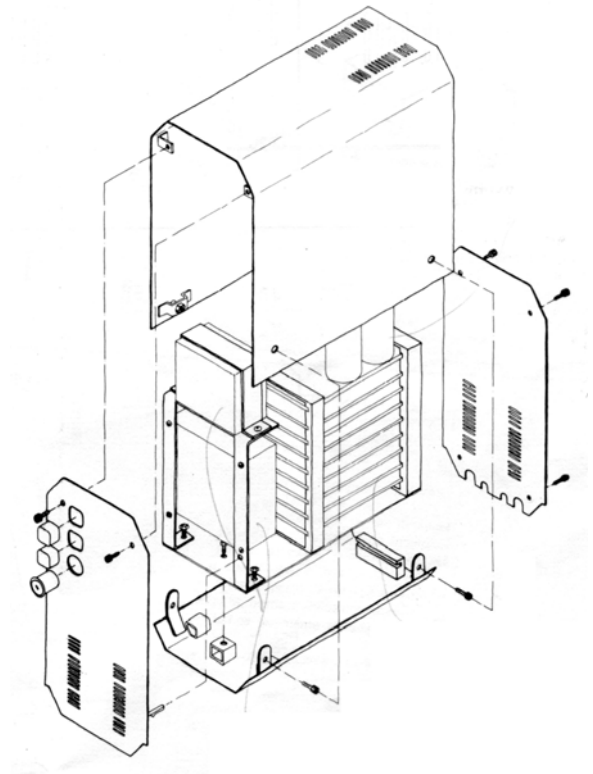
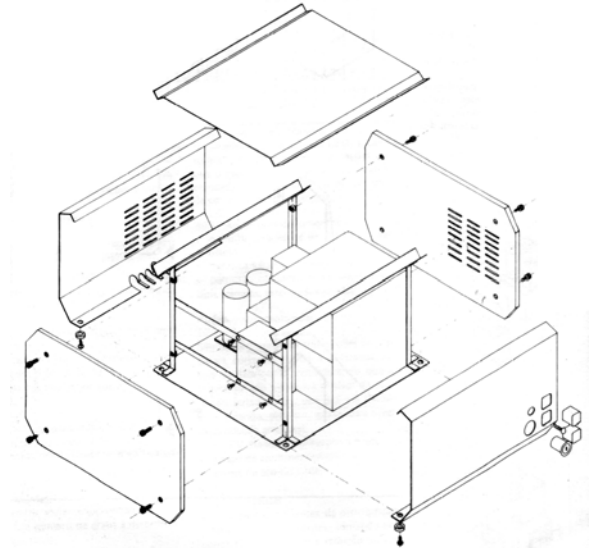
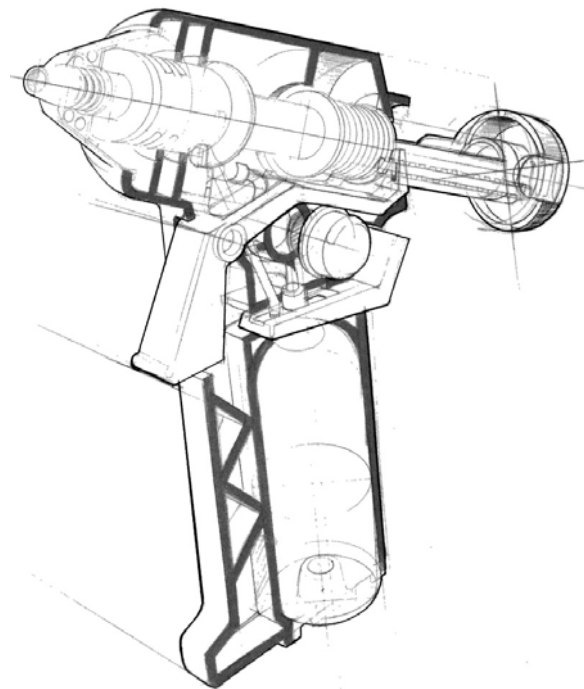


Análisis de montajes y relaciones estructurales

A continuación se describen análisis de montajes y relaciones entre componentes realizados en forma de exploso axonométrico [BKP1984] y en corte axonométrico [P1985].

Entre los aspectos importantes a notar se encuentran:

1. Rigurosidad en el dibujo mostrando las relaciones espaciales y proporcionales entre los componentes
2. Detallado de la secuencia en que se ensamblan los componentes
3. Análisis de las relaciones estructurales de los productos, ¿qué sostiene qué?
4. Interacción funcional de los componentes, ¿qué interactúa con qué?



Análisis de funcionamiento e interacción en el tiempo

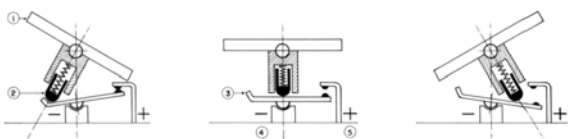
Animaciones cuadro a cuadro son diagramas donde se desea exponer el cambio de posición de los elementos o componentes de un sistema mientras funciona. En el modo clásico, se dibuja el sistema mientras “pasa el tiempo”, hoy en día es posible realizar animaciones digitales que expresen los movimientos de los componentes, sin embargo, el medio más ágil y simple sigue siendo la animación cuadro a cuadro.

Aspectos importantes a notar en este tipo de diagrama son:

1. La interacción entre componentes con el paso del tiempo
2. La lógica de funcionamiento del artefacto o proceso
3. Claridad en la expresión, solo se especifican los movimientos necesarios, no hay información superflua pero tampoco falta de información esencial

Ejemplos:

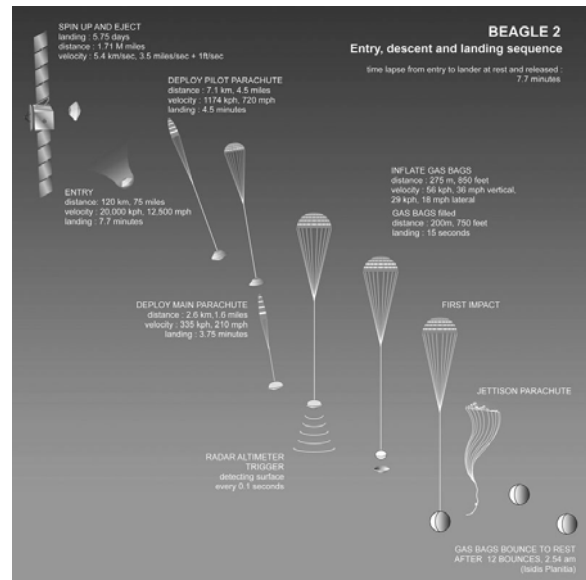
Funcionamiento de un interruptor eléctrico [BKP1984].



Biomecánica y movimiento en el proceso de un salto mortal y medio hacia atrás [B2000].



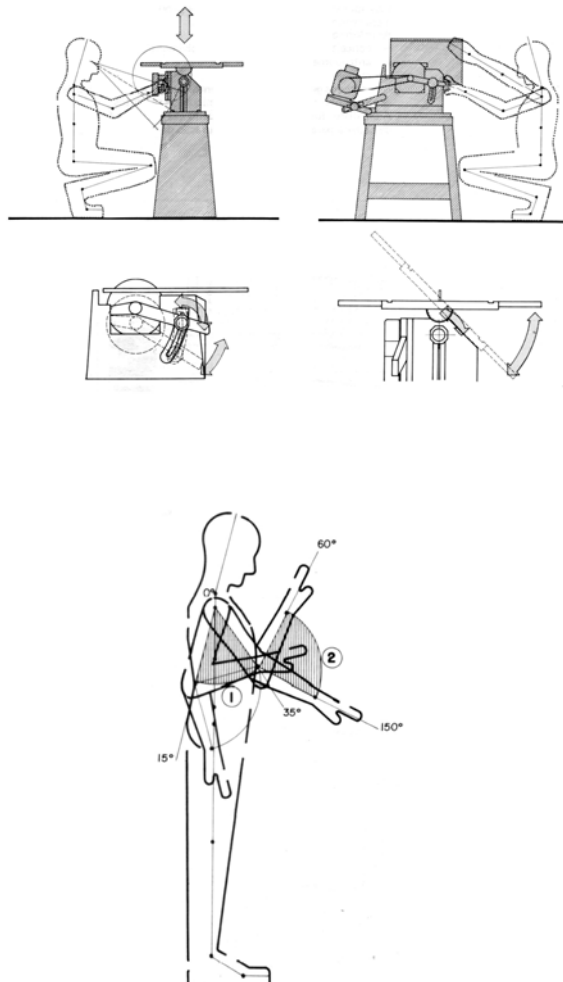
Proceso de aterrizaje de la sonda Beagle 2, (European Space Agency-ESA, 2003) y análisis comparativo de globos aerostáticos [B2000].



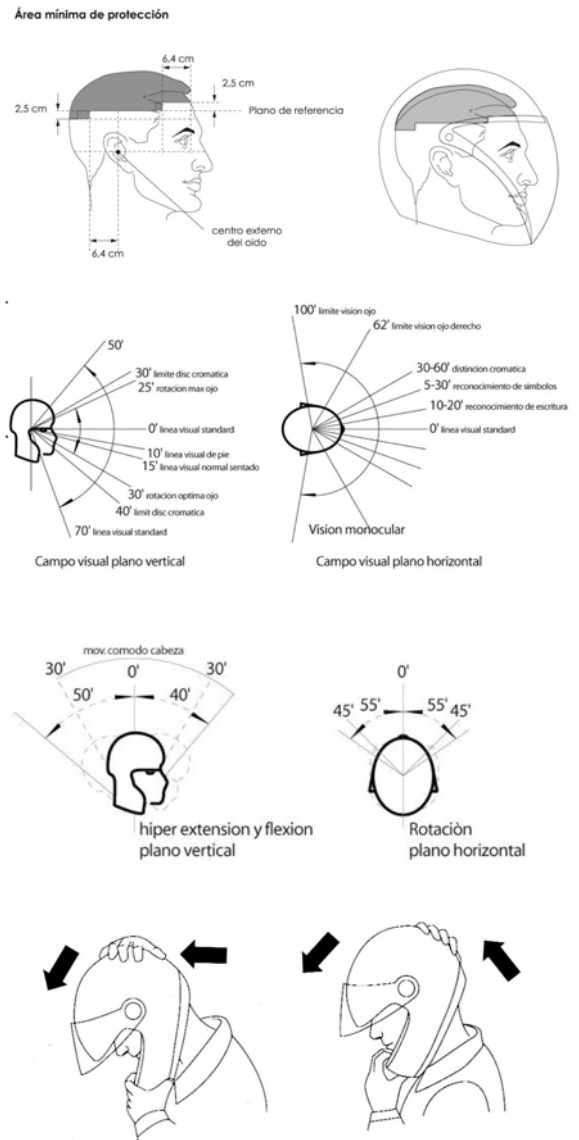
Análisis ergonómicos y biomecánicos

El análisis cuidadoso de la necesidad conlleva a menudo a la descripción detallada de la relación hombre-objeto. Esta relación no solo se analiza desde el punto de vista antropométrico sino desde el punto de vista biomecánico.

Los ejemplos a continuación [P1986] muestran análisis biomecánicos en una herramienta cortadora de madera.



Este ejemplo analiza las variables involucradas en el diseño de un casco de motocicleta [Cristina Mora TEC, 2004]



Análisis de principios físicos

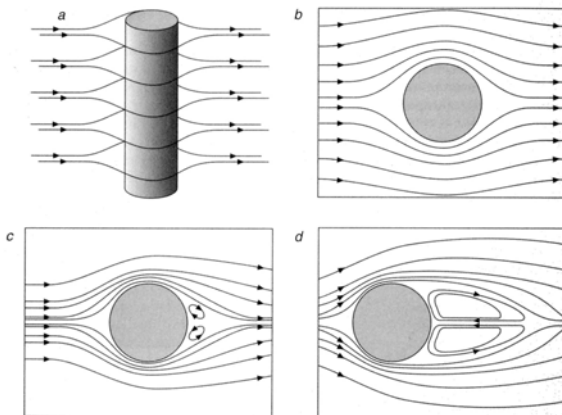
En la investigación de diseño, a menudo, es importante entender claramente los principios físicos que están involucrados en la satisfacción de la necesidad estudiada. Aspectos como flotabilidad, aerodinámica, pulverización de líquidos, etc. son tópicos típicos que se hace necesario analizar para proponer soluciones relacionadas con los mismos.

A continuación se ilustran una serie de estos principios y sus correspondientes análisis gráficos.

Entre los aspectos importantes a notar se encuentran:

1. Rigurosidad en el dibujo mostrando los procesos que suceden de forma clara e inequívoca
2. Jerarquía de lectura en los gráficos llevando al lector a entender el proceso que se está describiendo y ninguna otra cosa secundaria

Análisis de comportamientos aerodinámicos de formas cilíndricas [B1999]



Aplicación del análisis anterior en una forma para un objeto industrial [B1989].

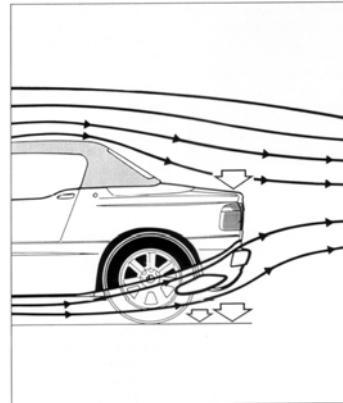
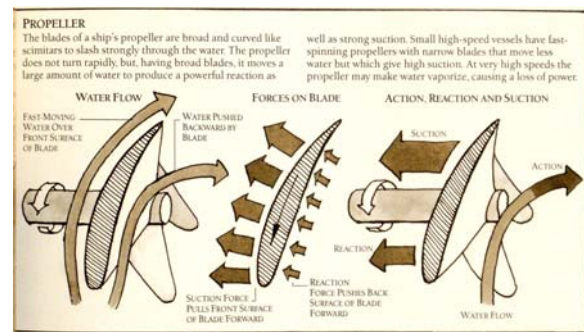
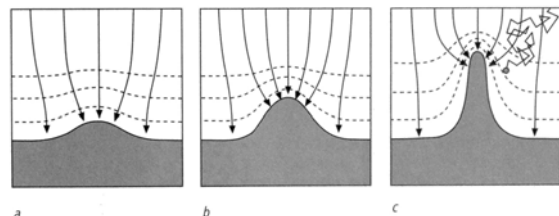


Abb. 5 Strömungsverlauf im Heckbereich (Flügelwirkung des Auspuffs)

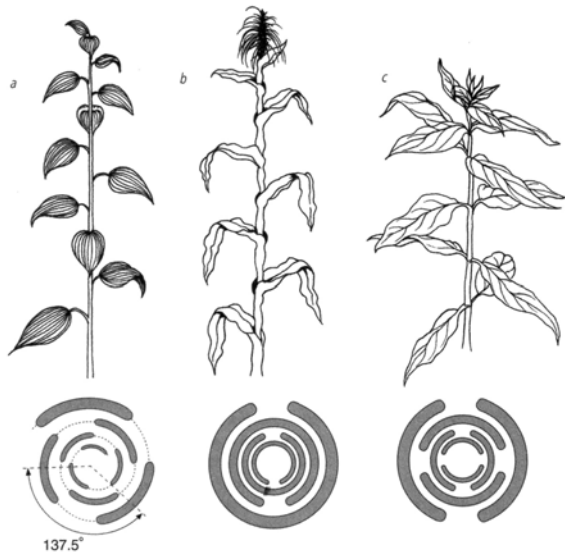
Análisis del funcionamiento básico de una propela de barco [M1998].



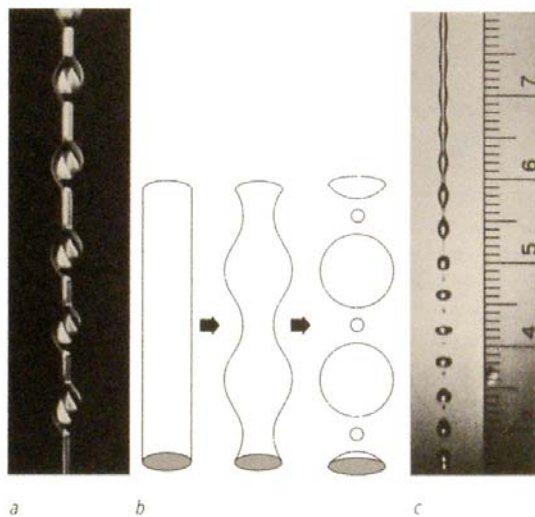
Análisis de las tensiones y deformaciones superficiales causadas en una membrana por la acción de una fuerza puntual [B1999]



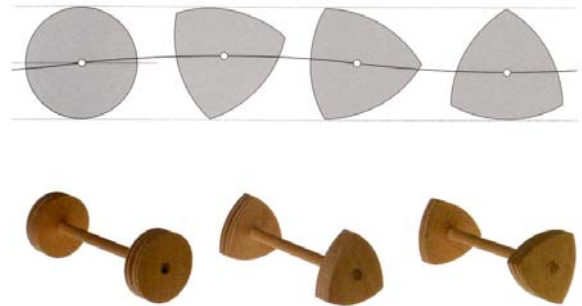
Análisis del crecimiento de las hojas en las plantas del tipo phyllotaxis [B1999].



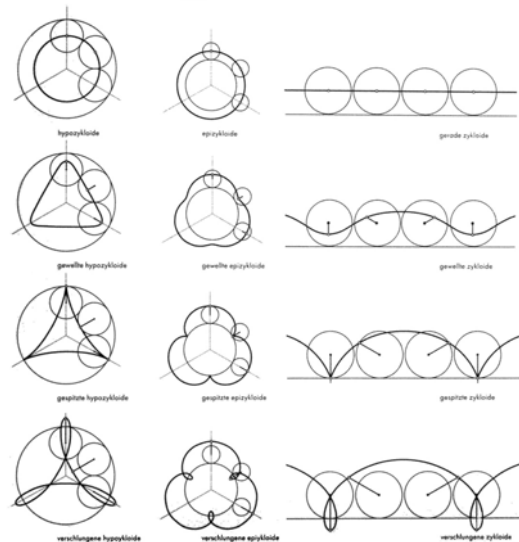
Análisis de la desintegración de un chorro de agua en un conjunto de gotas secuenciales [B1999].



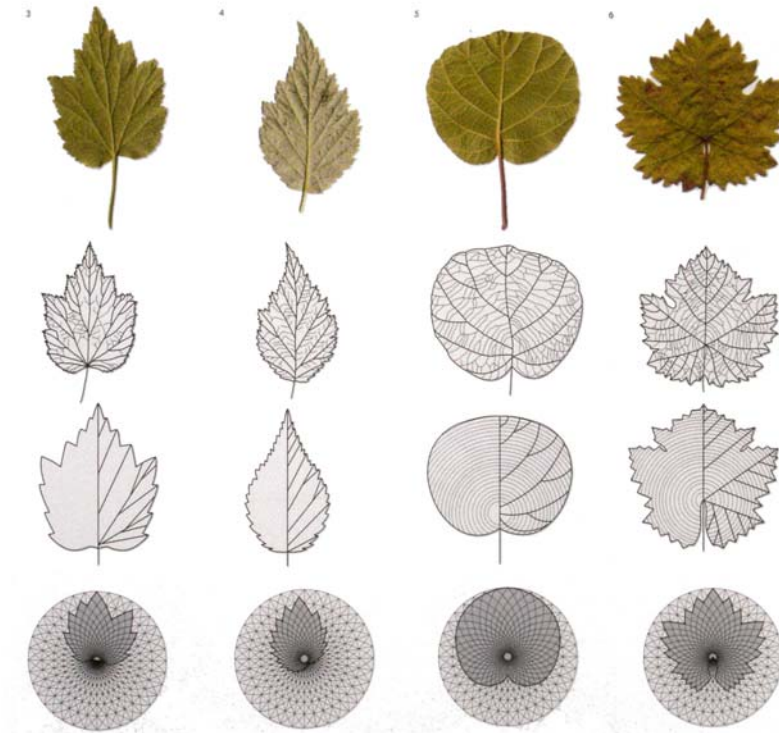
Análisis de giro de un eje excéntrico [H2005].



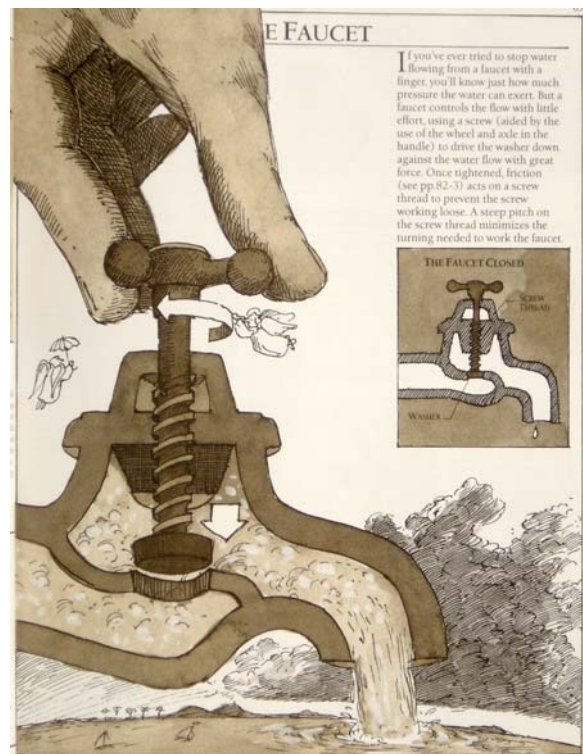
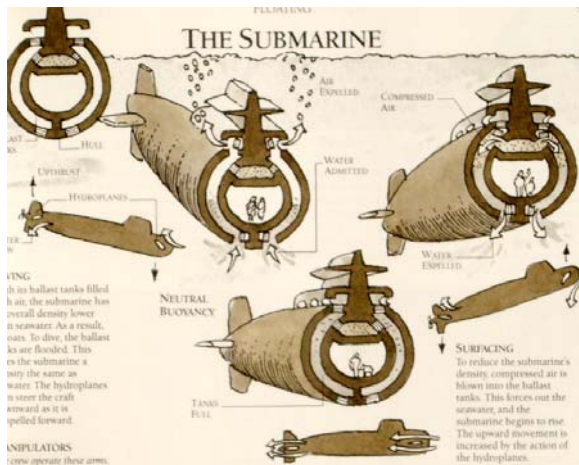
Análisis del funcionamiento de un espirogiro (instrumento para dibujar configuraciones geométricas polares) [H2005].



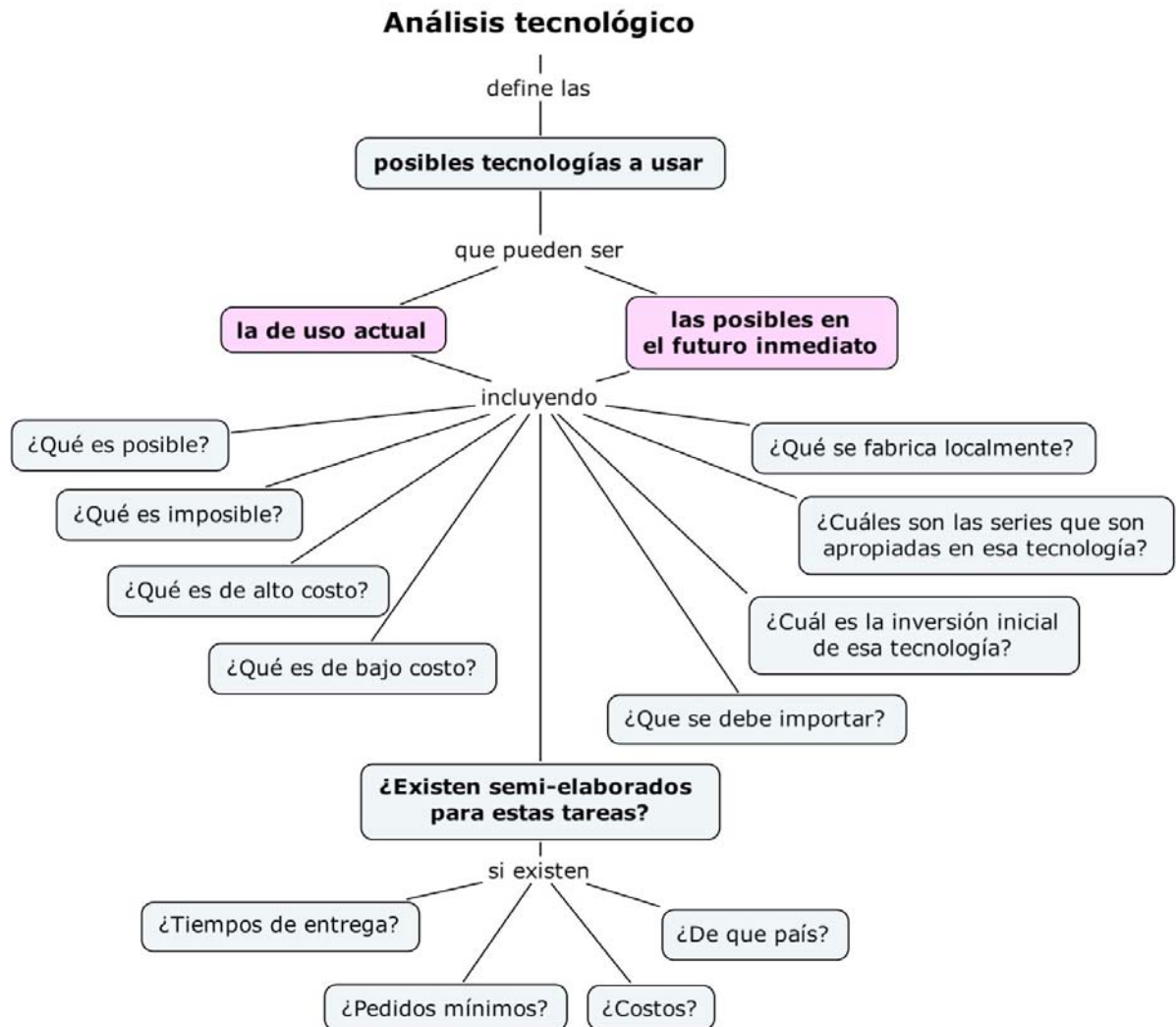
Análisis gráfico del crecimiento de diferentes hojas [H2005].



Análisis del funcionamiento de un submarino y de una llave de paso [M1998]. Nótese que los análisis que usan caricatura como estilo de dibujo son más complejos de realizar que los que usan técnicas de dibujo estandarizado.



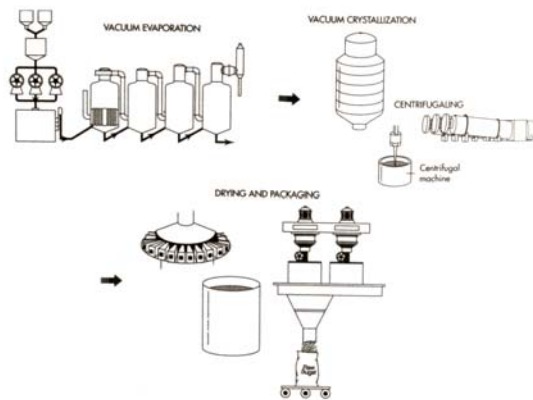
Análisis tecnológicos



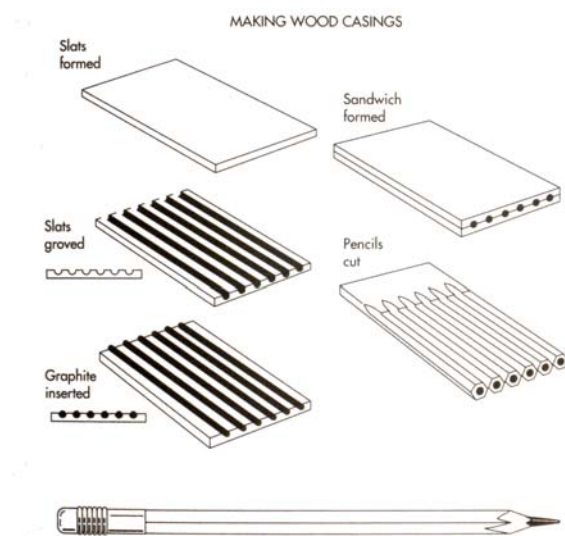
Análisis tecnológicos

Los análisis tecnológicos, como se muestra en el mapa conceptual anterior, estudian los procesos tecnológicos que podrían estar relacionados con el diseño que se desarrollará. Tienen como objetivo dar a conocer las fortalezas y debilidades de las tecnologías que representan, así como los límites de las mismas. A continuación se ejemplifican algunos de ellos.

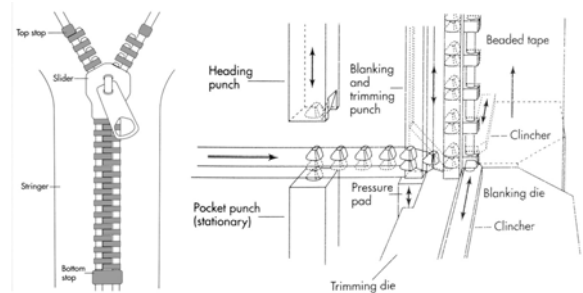
Análisis general de un proceso de fabricación de azúcar [RS1995].



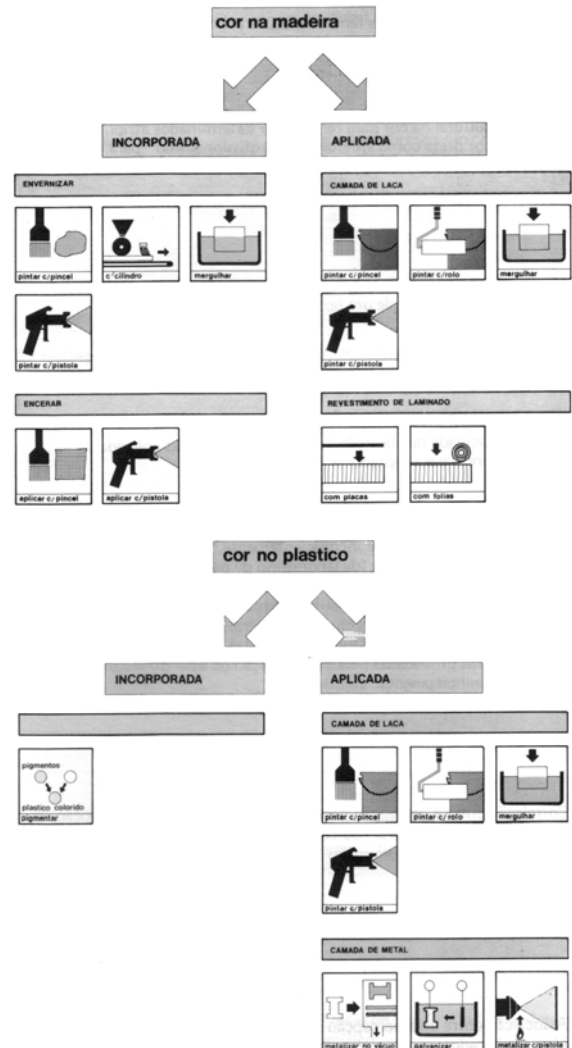
Análisis gráfico del proceso de fabricación de lápices de madera [RS1995].

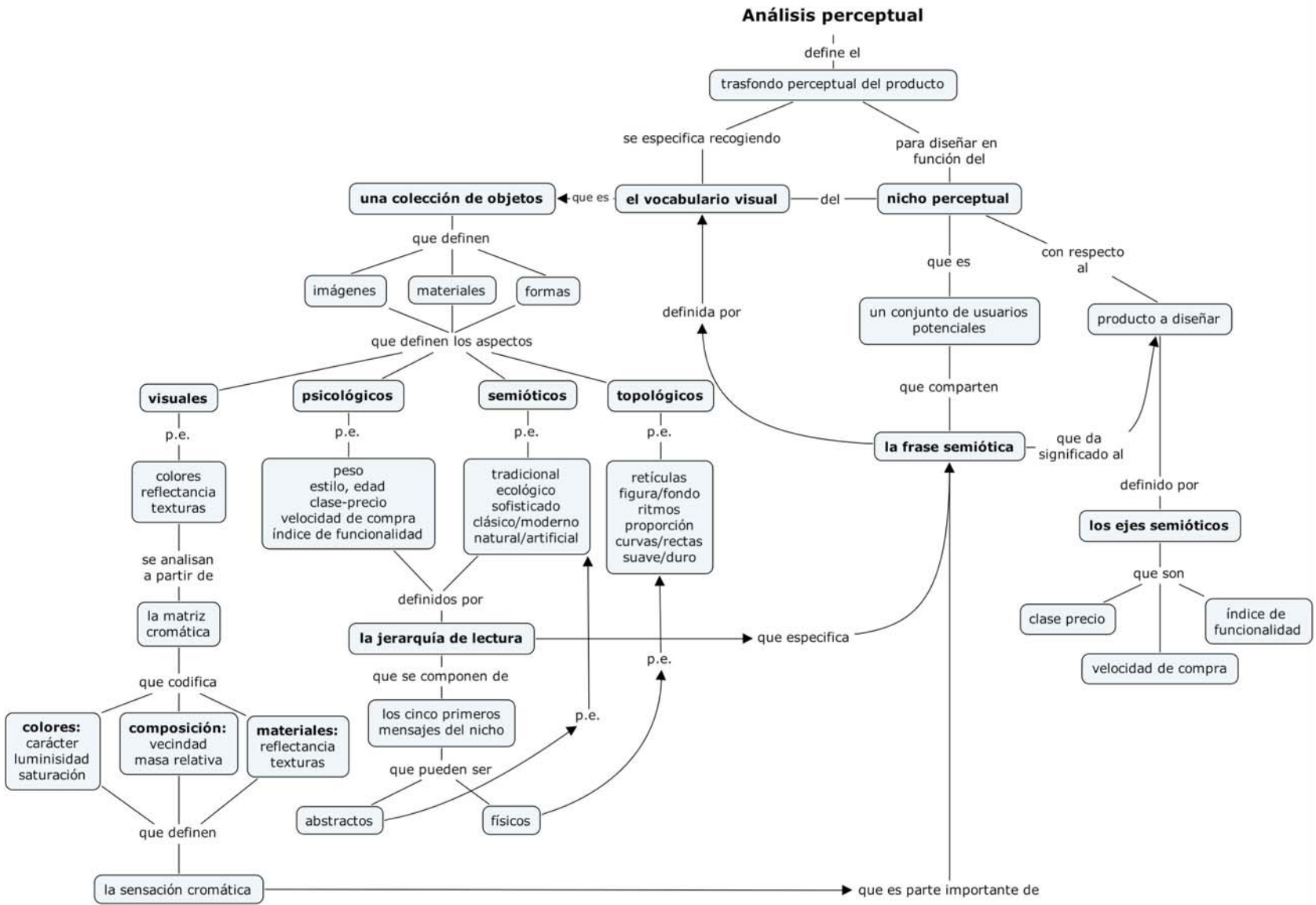


Análisis de la fabricación de un zipper de metal sobre un soporte de tela [RS1995].



Análisis de las tecnologías disponibles para "colorear" madera y plástico, ya sea desde el proceso de teñido, el color a nivel molecular o del pintado [P1986].





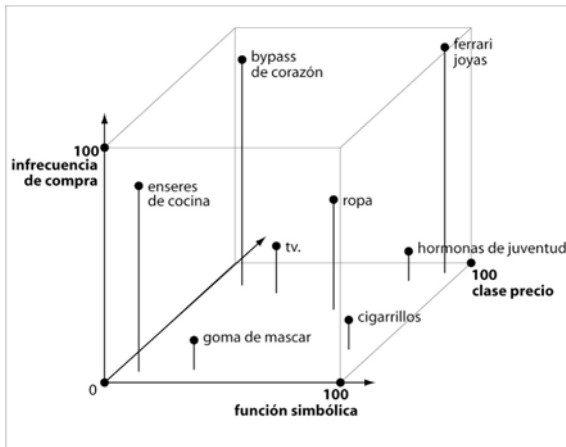
Análisis perceptual

Los análisis preceptuales se hacen con base en conjuntos de productos de referencia llamados vocabularios visuales. Existen varias técnicas usadas en este campo, sin embargo, el espíritu general del análisis perceptual es el de definir el producto en los tres ejes [P2004] básicos a nivel perceptual:

1. Frecuencia de compra
2. Posición en el eje Simbólico/funcional
3. Clase Precio

El Cubo Perceptual

Estos tres ejes forman un espacio de soluciones en el que se inscribe todo producto. Las características preceptuales del mismo deben seguir las condiciones del espacio en que se encuentra. La figura a continuación ilustra el espacio de soluciones (o Cubo Perceptual) y algunos ejemplos de productos con su ubicación.



La posición dentro del cubo define el trasfondo perceptual que un nicho específico de usuarios espera de un producto. En otras palabras, nadie esperaría que una computadora tuviera su carcasa de madera barnizada o que una caja de manzanas fuera de metal cromado.

El vocabulario Visual

Como el diseñador se enfrenta a menudo con productos que no son su especialidad o que no conoce como consumidor, se hace necesario un análisis perceptual que defina algunas de las variables más obvias en la “apariencia esperable” de un producto específico para un nicho específico.

La primera acción a realizar es recoger una colección de productos que, de algún modo, definan el nicho perceptual del producto que se desea diseñar. Por “nicho perceptual” nos imaginamos la dupla (imagen del producto - nicho de usuarios). Nótese que la imagen de producto no es una en particular sino muchas, decimos que **la imagen de un producto es el conjunto de mínimos comunes que comparten muchos productos que pertenecen a ese nicho.** Así a pesar de que **no** todas las computadoras son de metal o de plástico, casi todas lo son y una de papel o madera no comparte ese mínimo común.

La figura de abajo, representa un vocabulario visual escogido como base para un proyecto de diseño de cascos de motocicleta [Ana Laura Coto TEC, 2004]. Como se ve no solo cascos son parte del vocabulario sino otros productos que puedan insinuar características deseables del nicho perceptual que se pretende.



La siguiente tarea es clasificar el vocabulario en categorías semánticas. Estas categorías varían de proyecto a proyecto pero entre ellas podrían estar: deportivo, contemporáneo, tradicional, antiguo, femenino, suave, sofisticado, etc.

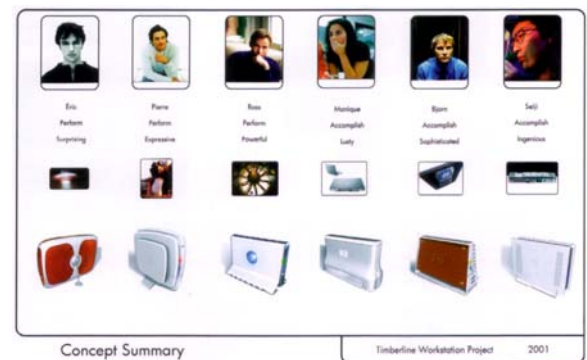
Es posible categorizar el vocabulario visual en ejes semánticos de acuerdo con las categorías de interés, la figura siguiente muestra un ejemplo de aparatos electrónicos que fueron clasificados en los ejes contemporáneo – extemporáneo y tradicional – extremo.



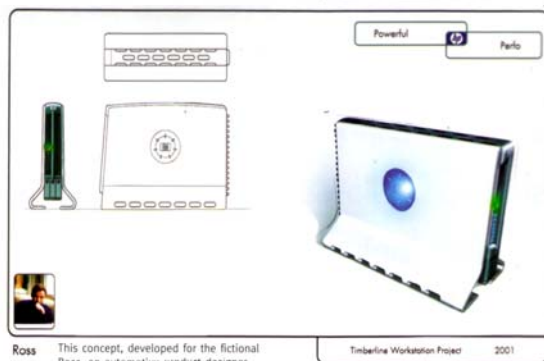
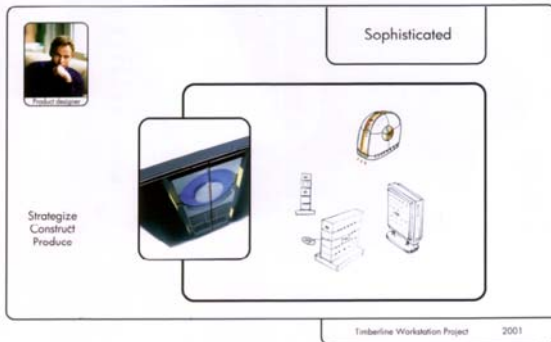
Estas categorías ayudan a localizar la posición, y por tanto, la caracterización perceptual del nuevo diseño. Otros ejemplos de este tipo de análisis se muestra en los análisis a continuación [HG2004].



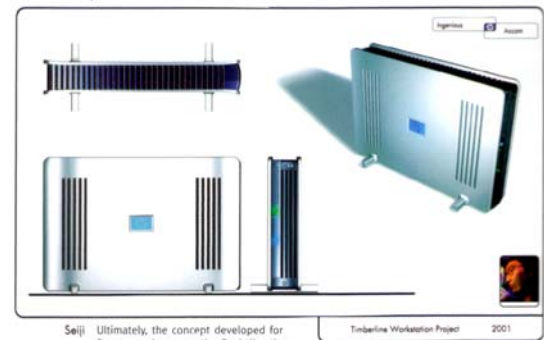
Otra posibilidad de clasificar productos es la de imaginar usuarios típicos que caractericen ciertos nichos. En esta estrategia se trata de imaginar el tipo de usuario, sus gustos, costumbres y entretenimientos, con el fin de identificar el nicho perceptual a que pertenece. A continuación se observan seis de estos usuarios prototípicos [HG2004] y posibles opciones del mismo diseño que los identificarían.



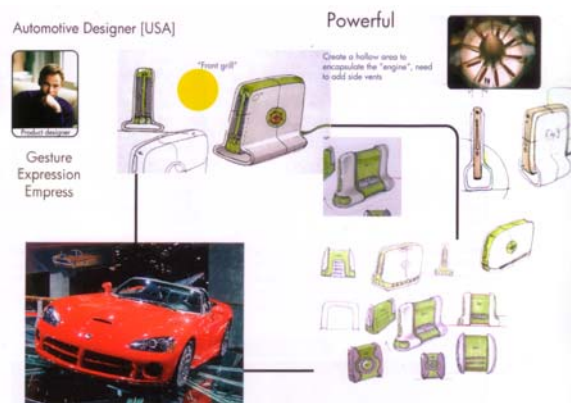
En función del perfil perceptual definido para cada usuario imaginario, se especifican características topológicas (color, forma, materiales, etc.) que definen los productos que ese nicho reconoce como propios. Los análisis a continuación [HG2004] ejemplifican los usuarios imaginarios y sus posibles gustos caracterizados por productos referenciales.



Ross This concept, developed for the fictional Ross, an automotive product designer, is based on a selected demographic and personality. His concept was liked by the client and is shown here in further development.



Seiji Ultimately, the concept developed for Ross was chosen as the final direction, but before it was granted final approval, it competed against an alternative concept, developed in parallel for Seiji, which also featured an upright workstation.



El espíritu del ejercicio es tratar de comprender las preferencias a nivel perceptual de un nicho de mercado, el comprador imaginario sirve para “entrar” en la mente del nicho y tratar de pensar cómo se comportaría este ante uno u otro producto. En general lo más importante es que el diseñador tenga claro que debe responder a un grupo humano específico, con gustos y preferencias muy particulares y que debe de “olvidar” sus propias preferencias a favor de las del nicho meta.

Con este tipo de ejercicios se trata de identificar los factores psicológicos y semióticos de los productos referenciales y con ellos del nicho perceptual de interés.

A partir de aquí es importante definir los aspectos topológicos y visuales de los objetos. Es decir, una vez teniendo claro cuáles son los objetos que definen el nicho ahora es necesario saber que tienen en común. Los aspectos topológicos y cromáticos de los objetos referenciales se estudian mediante varias técnicas específicas. En el libro Estética Artificial [HC1995] hay una clara descripción de estas técnicas, por esta razón no ahondaremos aquí a este respecto.

Sin embargo, y a manera de introducción diremos que la matriz cromática es una técnica para sintetizar una composición cromática. Se trata de captar la sensación cromática. Este método es un enfoque preliminar a la idea de conformar un lenguaje común, capaz de transportar o representar una idea de diseño; en este caso específico se trata de codificar una composición cromática.

Construyendo una simple cuadrícula de unos 9 por 9 elementos cromados se trata de identificar inequívocamente:

1. ¿Cuáles colores (valores de saturación, luminosidad y carácter) están en la composición?
2. ¿En qué proporción (masa relativa) están estos colores entre sí?
3. ¿En qué vecindad se encuentra cada color en la composición?

Con esta práctica se obtiene una codificación abstracta que expone y comunica (por cada color) las 7 características decisivas en una composición cromática, sin hacer referencia al objeto que las presenta.

En otras palabras, este instrumento trata de codificar una sensación cromática en un código exacto, susceptible de ser aplicado en forma independiente del sustrato u objeto receptor. Nótese, que lo que se desea es reducir una sensación emotiva cromática (como diría Harald Kueppers [K1980]) a una codificación controlable y reproducible, buscando un lenguaje común para tratar el tema de las composiciones cromáticas y sus sensaciones asociadas.

La figura siguiente muestra una de estas matrices en la que se trató de codificar la sensación cromática de la foto expuesta abajo. El resultado, como se ve, es una sensación cromática muy similar a la que dio origen a la matriz.

Las variables cromáticas involucradas son:

1. Carácter
2. Luminosidad
3. Saturación
4. Masa
5. Reflexión
6. Textura
7. Vecindad Cromática

Este método permite codificar una composición cromática, con sus variables, de forma muy exacta. Su codificación, de 7 variables por color, nos permite su reproducción y manipulación posterior, aún sin tener que recurrir a las referencias de los orígenes.

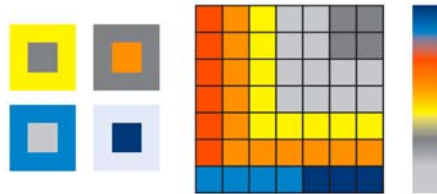
La aplicación dentro de nuestro estudio es obvia; una vez definida una aproximación formal de una composición cromática, el método sirve para codificar, transportar, discutir y generar la composición cromática, sin perder su mensaje cromático emotivo y sin depender de ningún sustrato de uso. De este modo podemos usar este instrumento para definir la sensación cromática de las futuras opciones de diseño.

Nótese que la sensación cromática es muy importante para definir el lenguaje que se desea caracterizar, y que dependiendo de ella un lenguaje puede cambiar su mensaje completamente. No se trata de escoger los colores de un objeto, se trata de identificar el componente cromático de la frase semiótica y con él, el ámbito en que se debe mover el futuro diseño.



La ilustración en la siguiente página [Carolina López Chinchilla. TEC, 2004] representa la caracterización de una matriz cromática representando un nicho que se define en la fotografía más abajo en esa misma figura.

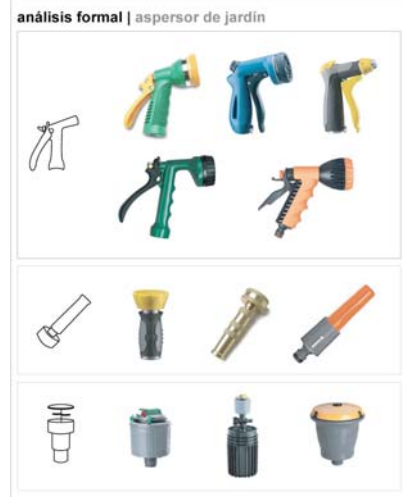
Colores



La siguiente ilustración [Rocío Vargas C. TEC, 2005] define variable cromáticas clasificadas por fabricante, en un proyecto de diseño de un aspersor para jardín.



El color es solo un aspecto de la percepción de un nicho, la caracterización topológica también define los aspectos de forma, a continuación se presenta una clasificación por configuración general del producto. [Rocío Vargas C. TEC, 2005]



Del mismo modo, es aconsejable clasificar los objetos en función de alguna característica semiótica que tengan en común. Una estrategia básica es la de identificar los primeros cinco mensajes que el nicho perceptual comunica. Entre estos mensaje a menudo se encuentran características topológicas inconfundibles, en los análisis a continuación [HG2004] se clasifican productos tecnológicos en función de características topológicas, a saber: (1) suaves o (2) angulares.



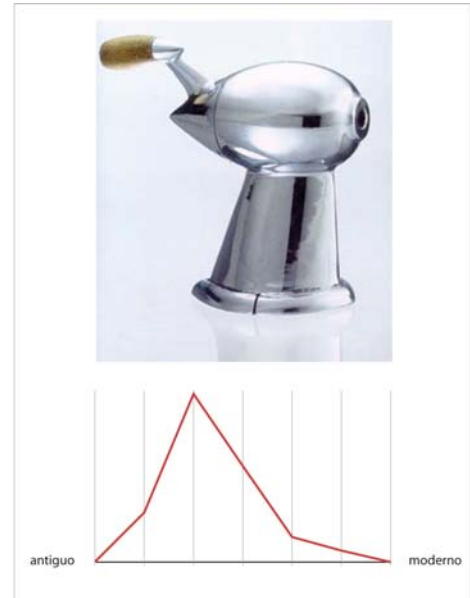
Finalmente no podemos terminar este recuento de herramientas de análisis de productos, en el campo perceptual, sin mencionar el diferencial semántico. Se trata de una herramienta clásica usada en investigaciones empíricas [HS2003]. En esta práctica se define una escala entre dos antónimos que identifiquen una característica que se desea analizar del nicho perceptual y se somete a consideración de usuarios del mismo nicho.

Digamos que se está analizando un objeto (o conjunto de ellos) de los que se desea averiguar cómo la gente los clasifica. Se buscan antónimos que estén en discusión, por ejemplo Moderno – Antiguo y se dibuja una escala con siete pasos intermedios entre estos dos antónimos. Ver figura.



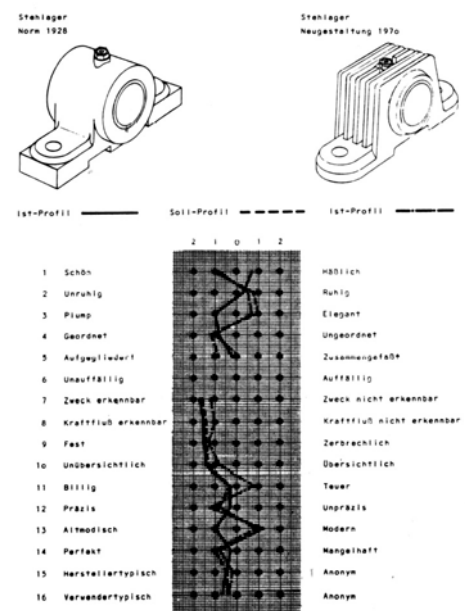
Luego se le pide a una muestra de potenciales usuarios que haga una “x” donde crea que califica mejor al objeto presentado. Después de realizar una muestra representativa de consultas, se puede tener una idea clara de cómo está viendo, el nicho meta, el objeto o los objetos estudiados.

Generalmente los resultados de las consultas se tabulan en la misma escala, mostrando gráficamente cómo encontraron los encuestados el objeto desde el punto de vista semántico. Ver figura.



La figura a continuación [H1987] muestra la comparación semántica entre dos objetos, en este caso se muestra la posición en la escala que fue más popular (la moda en estadística) de todas las consultas realizadas.

Bewertung von zwei Stehlagervarianten mit dem semantischen Differential (Mittelwerte aus Gruppenbefragung).



Definición del problema

El desarrollo de productos continúa con la etapa de definición del problema, en esta etapa se resume y codifica mucha de la información que se recogió anteriormente. Esta codificación debe ser, como todo en el proceso, concisa y clara.

Se aconseja el uso de tablas y diagramas para especificar las relaciones entre funciones, el diseño y construcción de estos diagramas ofrece una magnífica oportunidad para poner en claro todas las relaciones entre los componentes, funciones, requisitos y demás factores que afectan el diseño.

El primer paso posiblemente sea la definición clara del problema, ésta se hace a menudo en función de la necesidad y no de los objetos referenciales, con la idea de no sesgar de antemano la posible solución, por ejemplo:

“diseño de una posición yacente para pacientes de hospital”

refiriéndose a una cama de hospital, como se dijo, esto deja abierta la puerta para alguna otra idea que no sea necesariamente una cama. La definición no debería tener más de una tres líneas y debe retratar perfectamente el problema sin limitarlo de ningún modo.

Existe una excepción a esta regla y es cuando el proyecto *per se* nace con un requisito, por ejemplo:

“diseño de un objeto para descanso en hoteles de playa construido con madera de raleo de melina”

En este caso el material y el uso, son restricciones *a priori* del proyecto y deben estar claras desde la definición del problema.

El siguiente paso en esta etapa sería posiblemente la definición exacta de los requisitos de uso, estos a menudo se ejemplifican en forma de tabla, la referencia clásica es el libro de Bonsiepe [B1975], en el que se define claramente el concepto.

En la página siguiente se ofrece el resumen de una tabla de requisitos de ese libro para una cama de hospital. Nótese la claridad, la exactitud y la comprensión de cada condición del

problema, inclusive con una alusión pictográfica del aspecto analizado en cada caso. Los requisitos en las listas pueden ser muy numerosos y su objetivo es resumir en un solo cuadro la información que se necesita para empezar a diseñar.

Requisito de uso	Parámetro activo	Factor influenciado	Subfactores	Pictograma	Cuantificaciones
1. Se debe presentar un plano en posición yacente	Dimensiones del paciente	Dimensiones de la superficie yacente	Longitud y ancho		190-200 cm. 85-95 cm.
2. La superficie del yacente debe estar dotada de articulaciones	Zonas de articulación (rodillas, dorso, etc.)	Superficie yacente (dividida en tres partes)	Longitudes de las partes y ángulos de rotación		95 cm. 50 cm. 45 cm. 50° 10°
3. Debe permitir diversas posiciones	Tipos de posición: Plano, cabeza alta, cabeza baja.	Estructura portante de la superficie yacente	ángulos		0° +8° -8°
4. La inclinación debe estar indicada y visible	Campo visual del operador	Tipos, tamaño y posiciones de los indicadores			
5. La superficie yacente debe ser adaptable al cuerpo (suave)	Materiales empleados	Índice de compresión y de elasticidad			
...					
n. Debe ser móvil	Ancho de los pasillos del hospital	Distancia entre ruedas, altura del manillar			100-110 cm.

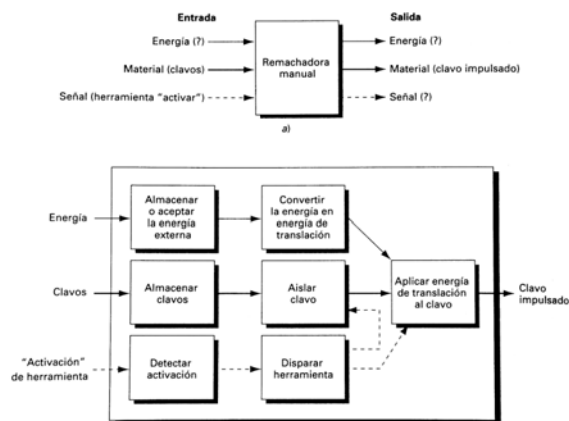
Otras tablas son usuales también en materia de requisitos de uso, la siguiente tabla [UE2004] muestra una ponderación de los productos de referencia en relación a los requisitos de uso. Estos resúmenes son útiles cuando se desea aclarar las estrategias individuales en la solución de cada sub-función.

Núm.	Necesidad	Imp.	ST Tritrack	Maniray 2	Rox Tahx Quadra	Rox Tahx Ti 21	Tonka Pro	Gunhill Head Shox
1	Reduce la vibración en las manos	3	•	••••	••	•••••	••	•••
2	Permite atravesar fácilmente un terreno lento y difícil	2	••	••••	•••	•••••	•••	•••••
3	Permite descensos a alta velocidad en terrenos con baches	5	•	•••••	••	•••••	••	•••
4	Permite un ajuste de sensibilidad	3	•	••••	••	•••••	••	•••
5	Mantiene las características de la dirección de la bicicleta	4	••••	••	•	••	•••••	•••••
6	Permanece rígida cuando se toman curvas difíciles	4	•	•••	•	•••••	•	•••••
7	Es ligera en peso	4	•	•••	•	•••	••••	•••••
8	Proporciona puntos de montaje rígidos para frenos	2	•	••••	•••	•••	•••••	••
9	Se ajusta a diversas bicicletas, ruedas y llantas	5	••••	•••••	•••	•••••	•••	•
10	Es fácil de instalar	1	••••	•••••	••••	••••	•••••	•
11	Funciona con salpicaderas	1	•••	•	•	•	•	•••••
12	Infunde orgullo	5	•	••••	•••	•••••	•••	•••••
13	Es accesible en cuanto a precio para un amateur entusiasta	5	•••••	•	•••	•	•••	••
14	No se deteriora con el agua	5	•	•••	••••	••••	••	•••••
15	No se deteriora con la suciedad	5	•	•••	•	••••	••	•••••
16	Es fácilmente accesible para su mantenimiento	3	••••	•••••	••••	••••	•••••	•
17	Permite un fácil reemplazo de partes desgastadas	1	••••	•••••	••••	••••	•••••	•
18	Se puede mantener con herramientas fácilmente disponibles	3	•••••	•••••	•••••	•••••	••	•
19	Dura mucho tiempo	5	•••••	•••••	•••••	•••	•••••	•
20	Es segura en caso de un accidente	5	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••

Finalmente está la definición de los diagramas de funciones, los hay de muchos tipos, sin embargo, el objetivo es siempre el mismo: dejar claro en poco espacio las relaciones jerárquicas entre las funciones. En el siguiente análisis [UE2004] se describe el diagrama de funciones de una recauchadota manual. El análisis nos muestra en un vistazo que la función principal se compone de tres subsistemas:

1. El administrador de energía
2. El administrador de clavos
3. La interfase hombre-objeto

Precisamente este es el objetivo del diagrama de funciones, aclarar las relaciones entre funciones y, a menudo, entre los subsistemas asociados a estas.

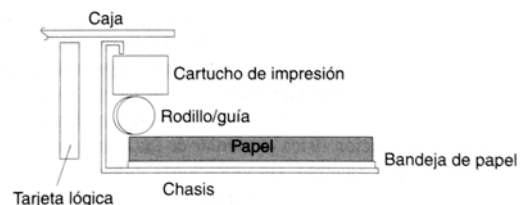
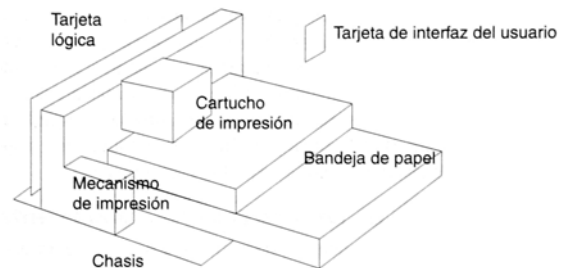
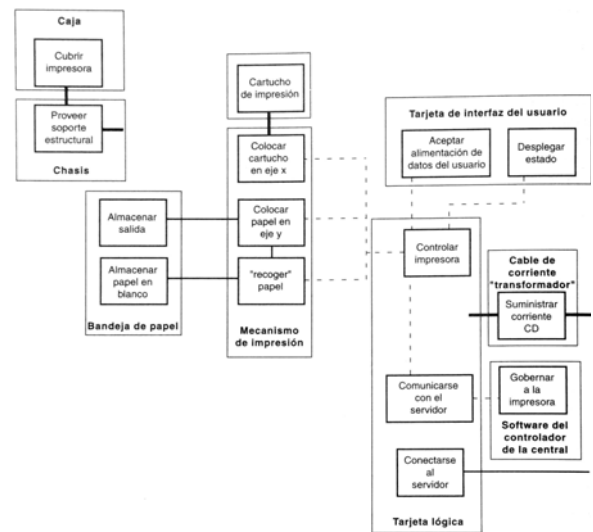


El ejemplo siguiente es otro diagrama de funciones [UE2004], esta vez de una impresora de chorro de tinta. Los subsistemas en este caso son:

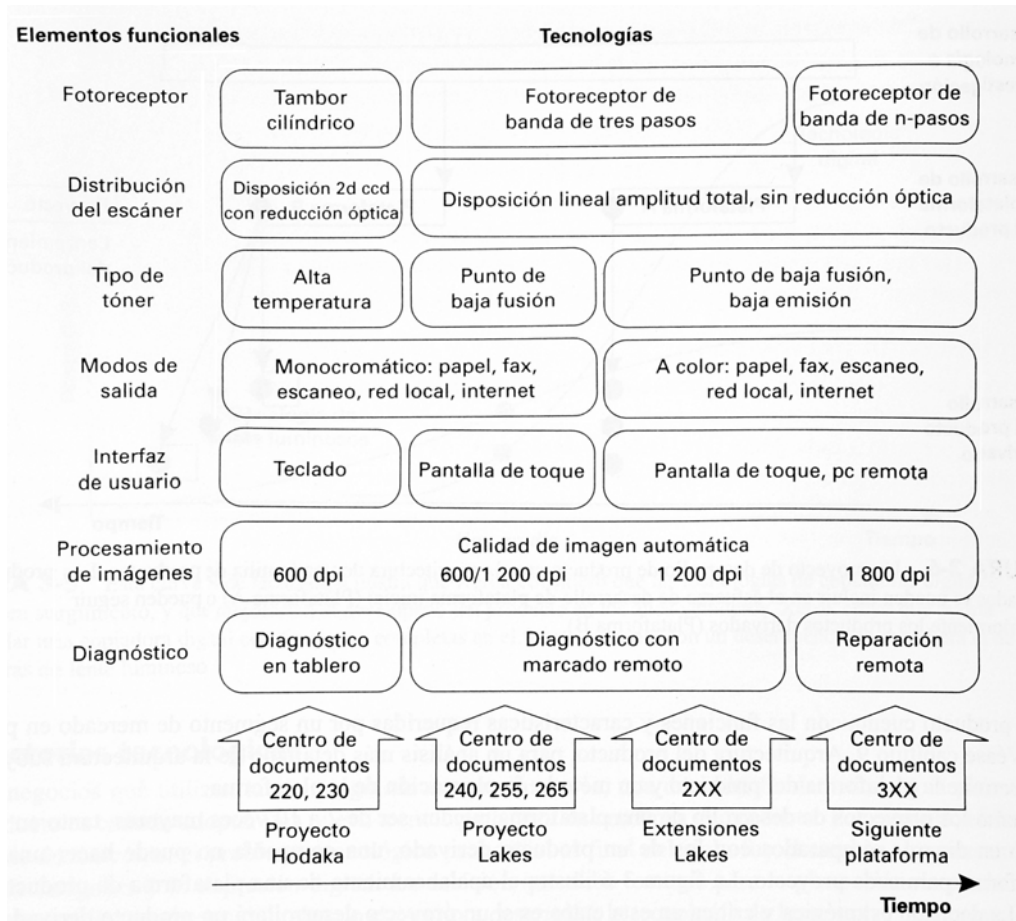
1. Chasis o carcasa, estructural y de cerramiento
2. Sistema de alimentación de papel
3. Sistema de impresión
 - a. Carga de cartuchos
4. Sistema controlador electrónico
5. Administrador de energía
6. Interfase hombre-objeto

Esta vez el diagrama nos viene acompañado de un "diagrama de bloques" que es una esquematización de cómo los subsistemas pueden estar relacionados espacialmente.

Este tipo de diagrama de bloques resulta muy importante en los caso de haber restricciones de posición o de relación, por ejemplo, el imán de un altavoz no debe estar cerca de las cintas magnéticas en un equipo de audio.

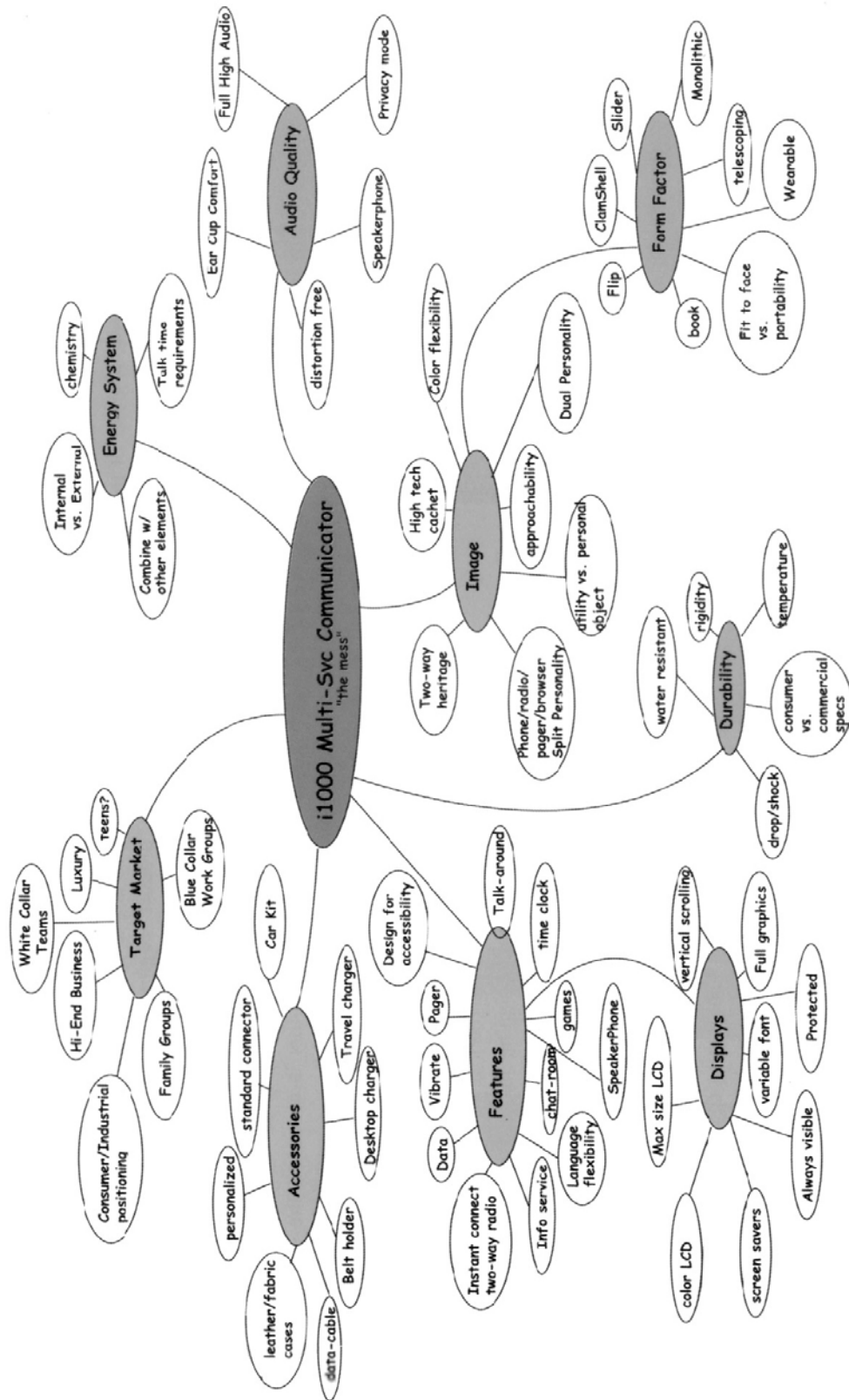


El siguiente análisis que se expone en este apartado [UE2004] es uno muy interesante, retrata de un análisis de los componentes tecnológicos de uso y su pertinencia en el tiempo. Como se ve grafica la obsolescencia de ciertos componentes y las pertinencia de otras.



Otro esquema posible para el análisis de funciones, sistema y subsistemas asociados es el mapa conceptual. Esta técnica permite en poco espacio resumir el conocimiento adquirido en toda la etapa de investigación.

La siguiente figura [I2001] muestra un análisis de la necesidad, las funciones, los componentes y requerimientos (en forma de mapa conceptual) para un teléfono celular.



Generación de opciones de diseño

A partir de la definición del problema se tienen todos los elementos para empezar a diseñar. Debe tomarse en cuenta que las etapas desarrolladas hasta ahora deben tomar alrededor del 25% del tiempo de que se dispone para el desarrollo del nuevo diseño, allanan el camino pero solo son los cimientos del proceso. A partir de este momento se empieza a desarrollar verdaderamente el proceso de diseño.

Las primeras etapas de la generación de opciones son un diálogo entre el diseñador y su dibujo [PV2002], son momentos en los que se deja salir la imaginación para tratar de enfocar el problema de maneras diversas e interesantes. En esta etapa solo se aconseja el boceto a mano alzada, la mayoría de las veces en blanco y negro, pero cuando amerita, también a color.

El valor de este trabajo es crucial y en esencia define el resultado del diseño, es decir, la mayoría de las veces la calidad de un diseño final fue decidida en esta etapa. Este fenómeno es conocido como la ley 80-20 [LHB2003], muy usada en diseño e ingeniería.

La ley dice más o menos así: “el 80% del éxito de un producto se desarrolla en el 20% del proceso de diseño”, obviamente hay muchas interpretaciones de la ley 80-20 y esta es una para desarrollo de productos. No obstante, es cierto que una buena concepción inicial es el fundamento sólido para después profundizar y detallar y sin una buena concepción inicial el resultado arriesga ser un conjunto de remiendos.

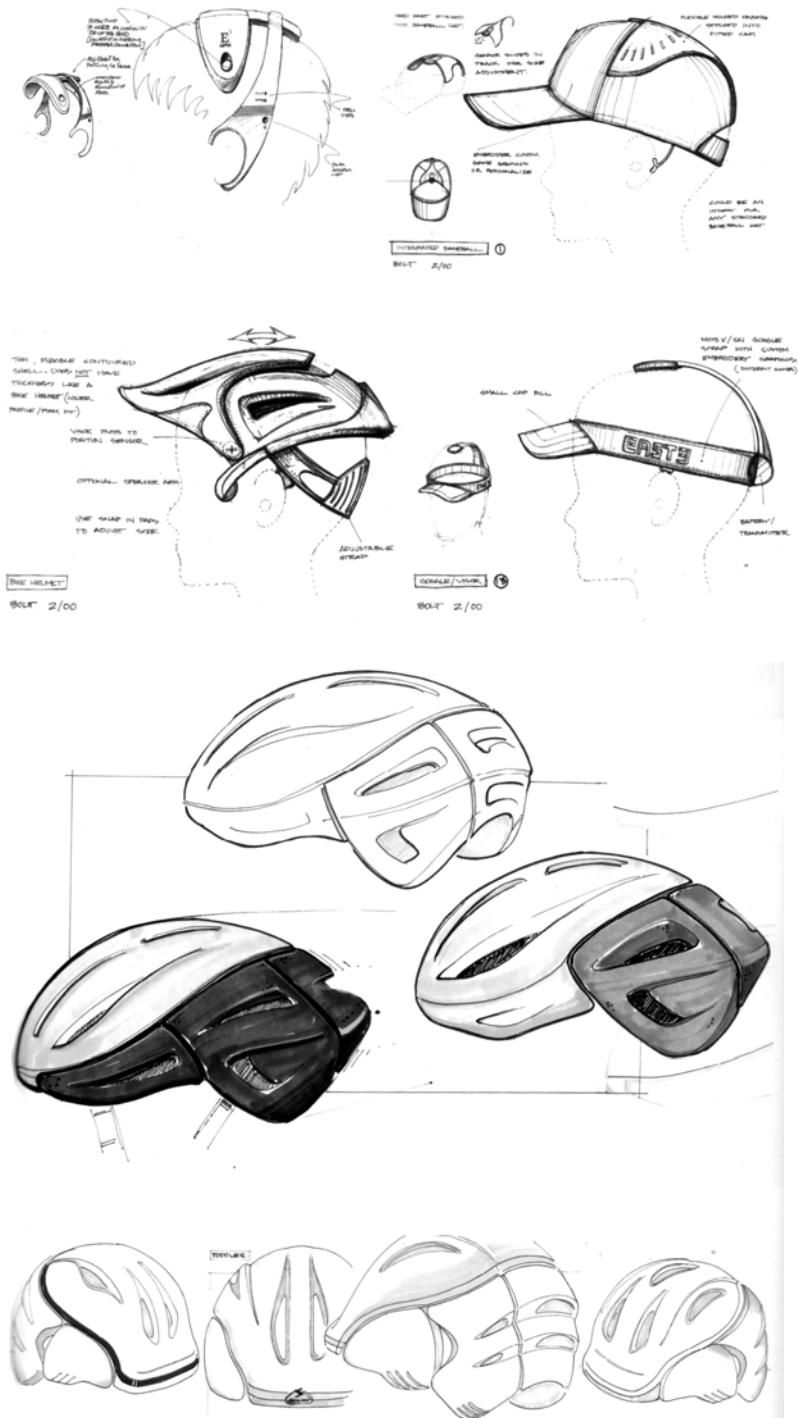
Los bocetos a mano alzada deberán de tener clara consciencia de la proporción entre los elementos y de la proporción entre estos y el usuario (en sus distintas modalidades, uso, mantenimiento, transporte, etc.), no pueden ser bocetos sin escala y sin relaciones dimensionales.

El desarrollo de los bocetos es un proceso de búsqueda y estudio, debe ser legible la profundización de temas (aspectos del producto) y la clara búsqueda de soluciones.

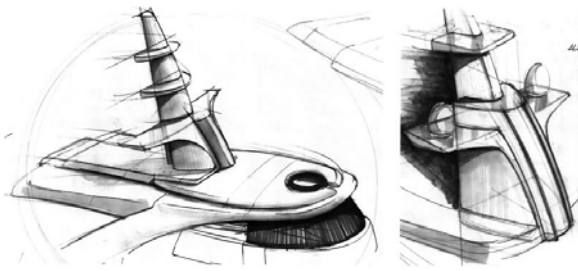
A continuación se presentan una serie de bocetos que ejemplifican esta etapa del diseño, todos ellos extraídos de [I2001] y [HG2004].

Configuración general

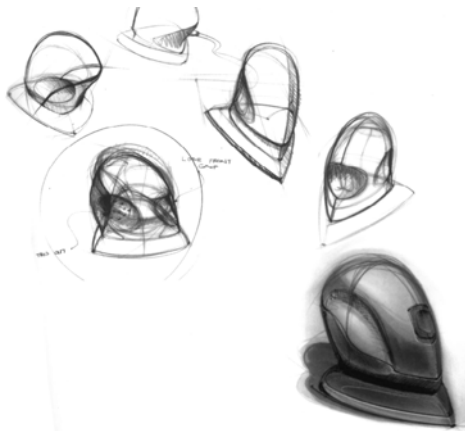
Estudio de cascos para bicicleta, desarrollo de conceptos [HG2004], de especial interés en este boceto es la jerarquía de lectura que se da en el boceto, dejando que la cabeza del niño se mantenga en segundo plano y el estudio de diseño claramente en el primero.



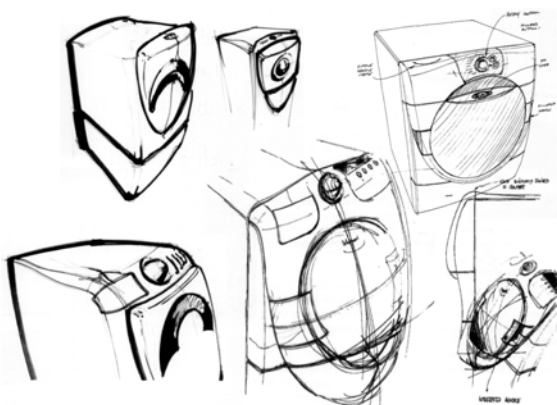
Estudio para el diseño de una torre de control para un yate, se mejoró la aerodinámica notablemente en la segunda opción [F2004].



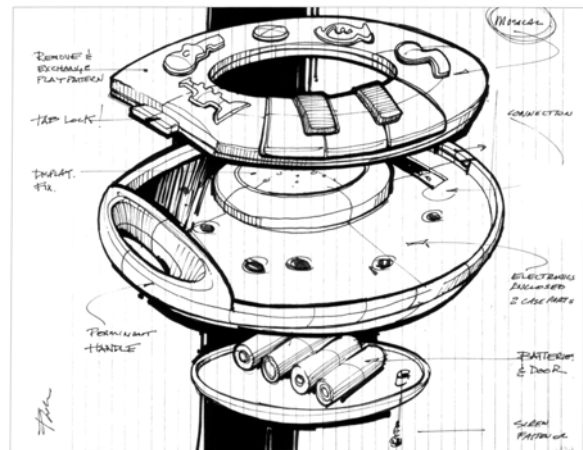
Estudio para el diseño de una lijadora manual, nótese las opciones de la posición de las huellas para la interfase hombre-objeto [I2001].



Desarrollo de opciones de diseño para una lavadora doméstica, de notar el detallado paso a paso del proceso [HG2004].

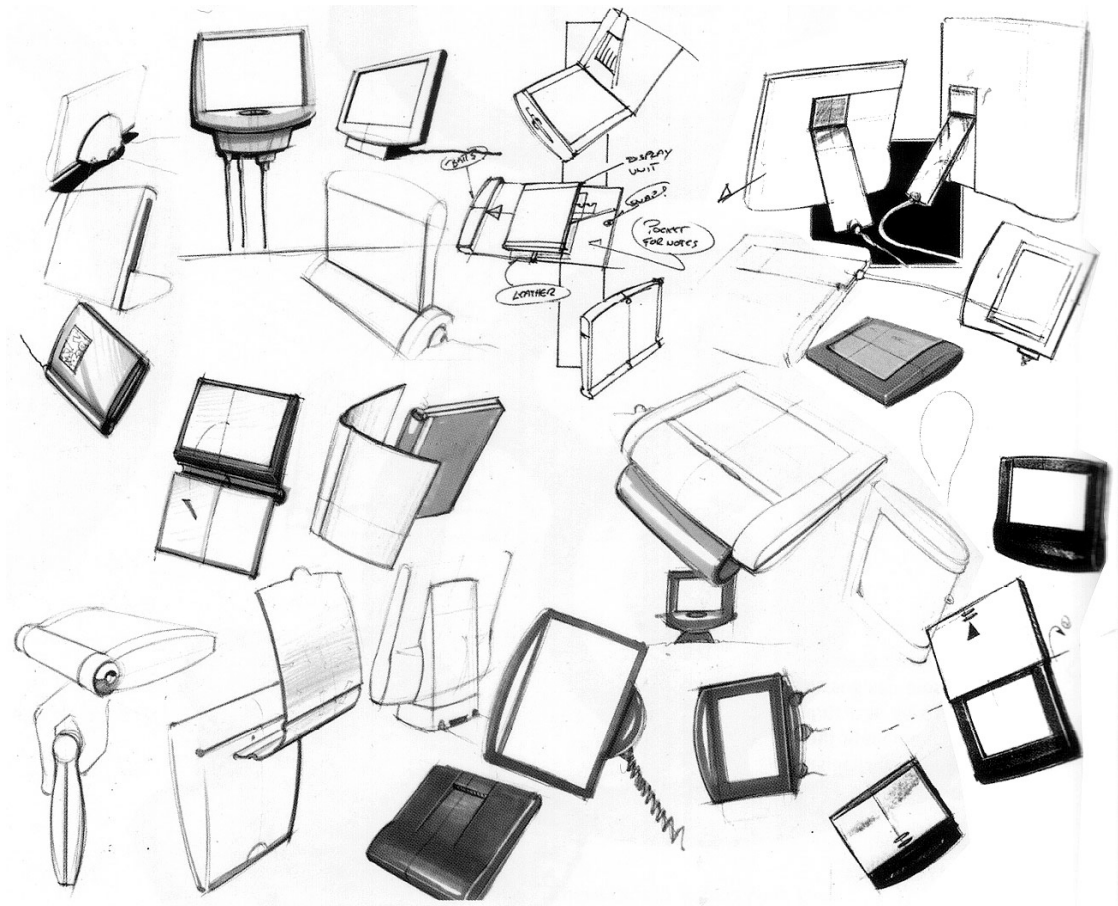


Diseño configuracional inicial para un juguete, el boceto explora, desde esta temprana etapa, las posibilidades de montaje de las partes, que en este tipo de producto suelen ser decisivas en el proceso de desarrollo [HG2004].



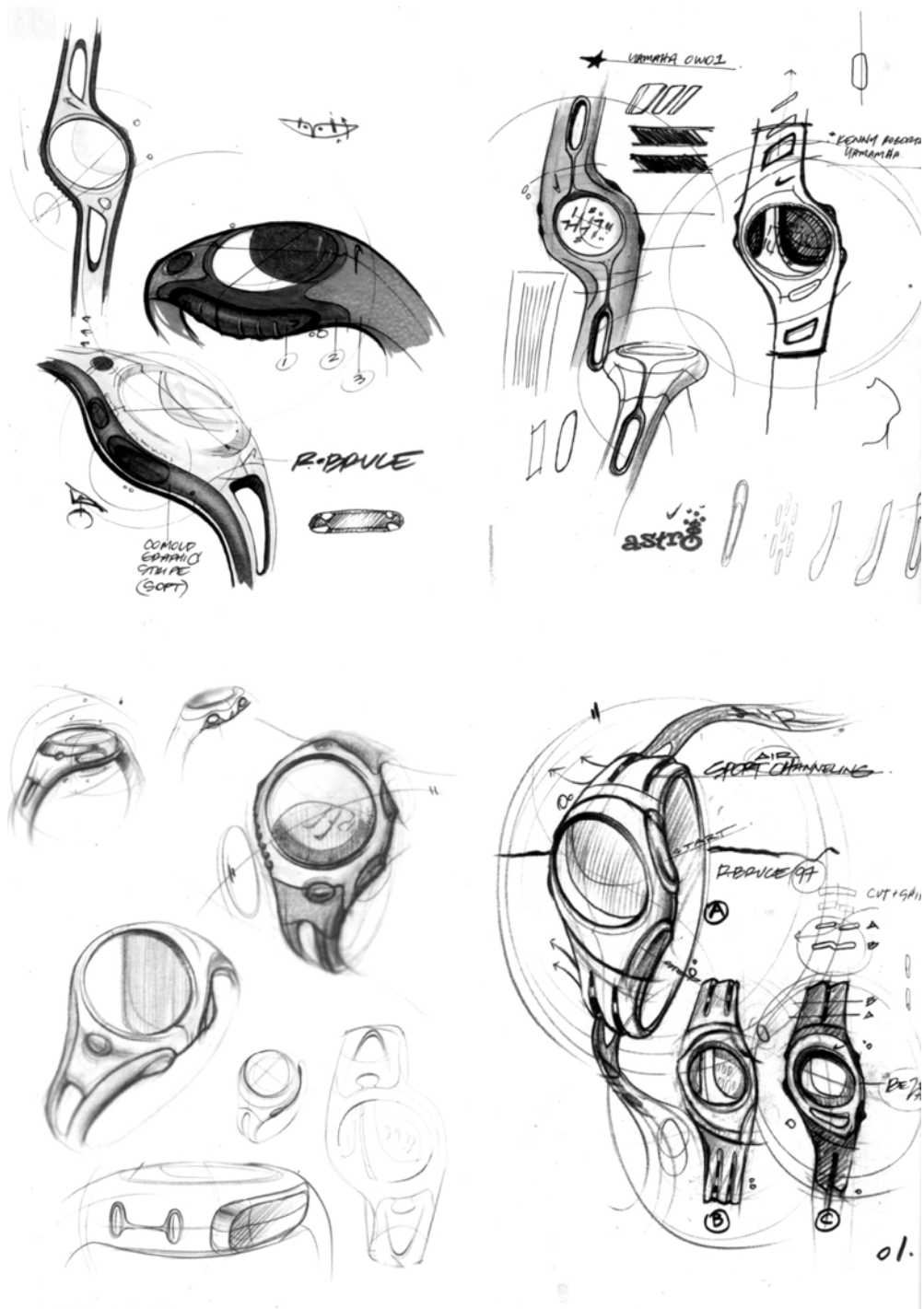
Bocetos de la fase de desarrollo de un micrófono de mesa, interesante como las opciones varían (ya desde esta temprana etapa), en las variaciones del extremo final y la base del objeto, dejando la configuración bastante estable [HG2004].



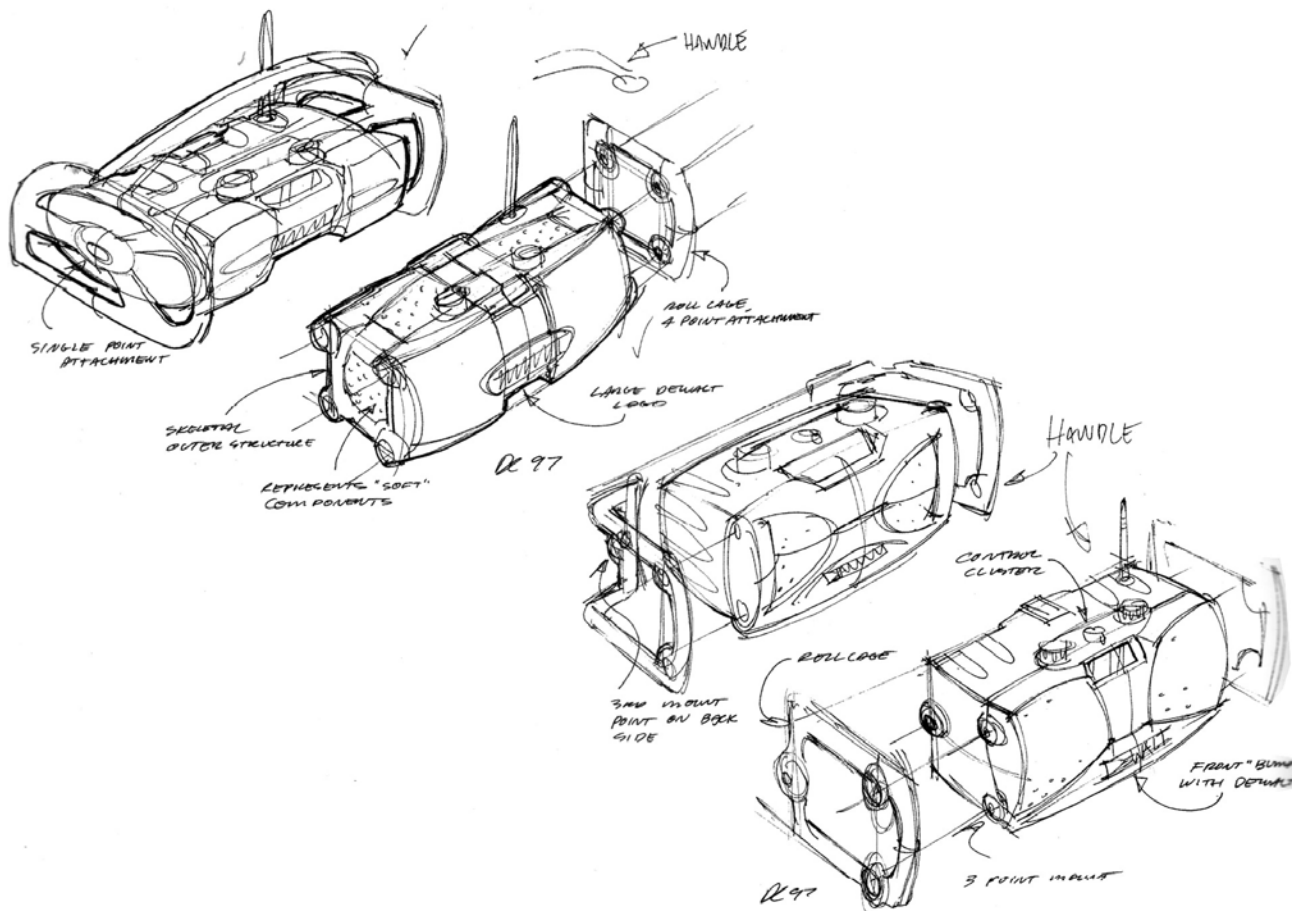


Bocetos para el desarrollo de un libro electrónico [I2001]. Se nota la gran variedad de ideas que se exploraron en un principio (arriba) y el detallado de una de las opciones preferidas (izquierda).

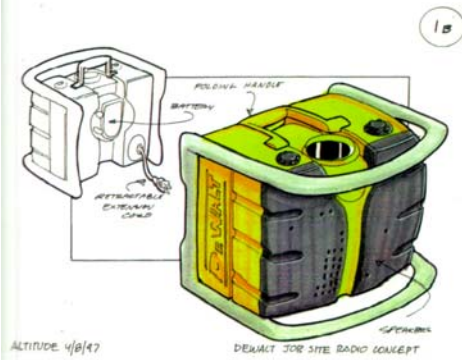
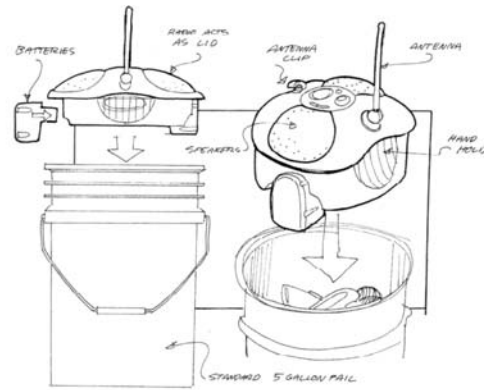
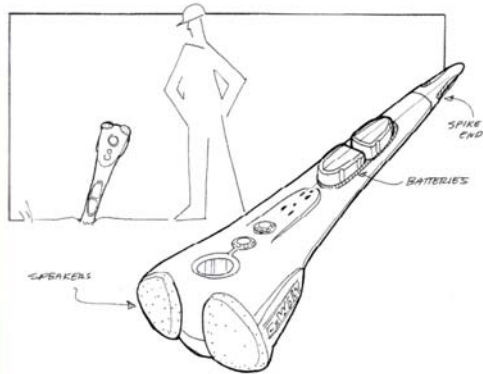
Desarrollo de opciones de diseño para un reloj cronómetro [I2001], la exploración del diseño incluye el intento de imprimir en la forma el concepto semiótico de deportividad.



Desarrollo de opciones de para un radio portátil [I2001], nótese el análisis de las agarraderas en este boceto y el desarrollo de las posibles opciones de fijar éstas a la carcasa.



En la página siguiente opciones de configuración general de este mismo producto. Nótese la exploración temprana de opciones de color con las que se pretende dar legibilidad al producto.



ALTITUDE 4/8/97

DEWALT JOB-SITE RADIO CONCEPT



ALTITUDE 4/8/97

DEWALT JOB-SITE RADIO CONCEPT



ALTITUDE 4/8/97

DEWALT JOB-SITE RADIO CONCEPT



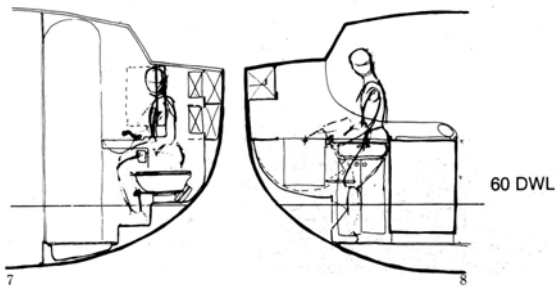
ALTITUDE 4/8/97

DEWALT JOB-SITE RADIO CONCEPT

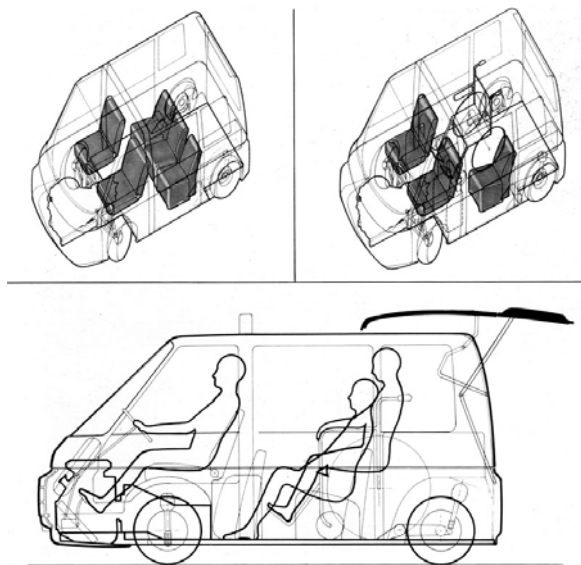
Exploración de detalles

A partir de los desarrollos preliminares es necesario profundizar en análisis más exactos, estos deben realizarse con un nivel de representación más detallado. Quizá sea necesario hacer cortes, vistas o axonometrías a escala que permitan “explorar y probar” hipótesis generadas en los primeros bocetos. Algunos ejemplos a continuación.

Estudio de un inodoro en un espacio reducido de un velero deportivo [F2004].

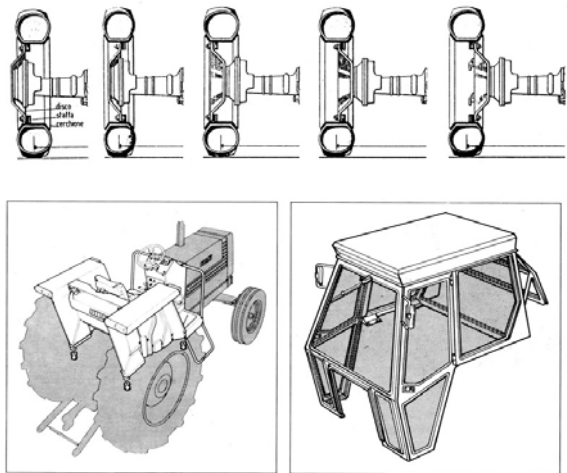


Análisis ergonómicos de las posibilidades de albergar una silla de ruedas en una camioneta. Tesis de grado en la ISIA de Florencia. [B1983]



Comparación de las opciones

En este segundo estadio de la generación de opciones es común una investigación y comparación detallada de las posible variaciones en un aspecto específico del diseño, por ejemplo, este análisis de las posibilidades de unir un mismo tipo de llanta al eje de un tractor [R1984].

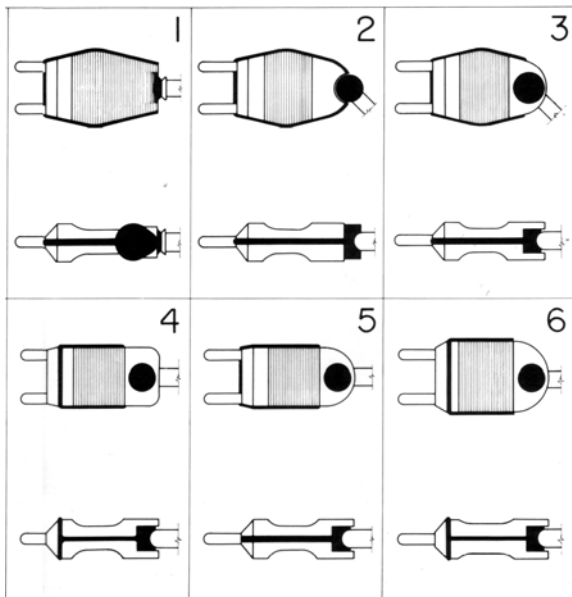


En este ejemplo [B1983] se exploran las variaciones para la configuración externa de la camioneta del análisis anterior. Es de notar la calidad de representación de los detalles y la clara diferenciación semiótica de cada opción de acabado exterior del producto.

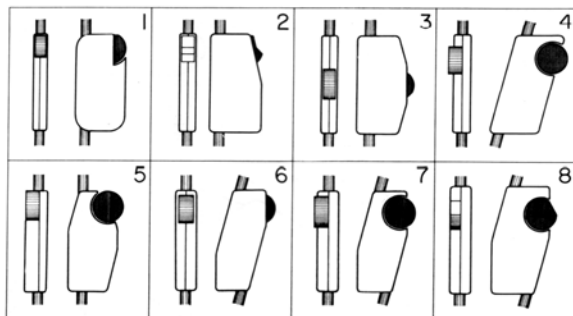


Una estrategia muy usada para la exploración de alternativas es la llamada Matriz morfológica. En esta técnica las opciones se ordenan en filas y columnas en las que se van desarrollando las posibilidades de los diferentes aspectos del producto.

En el ejemplo siguiente [P1986], se observa una matriz explorando las posibilidades topológicas de un enchufe, nótese en la primera fila la exploración del empalme del cable y en la segunda diferentes posibilidades de la superficie adherente para halar el enchufe.

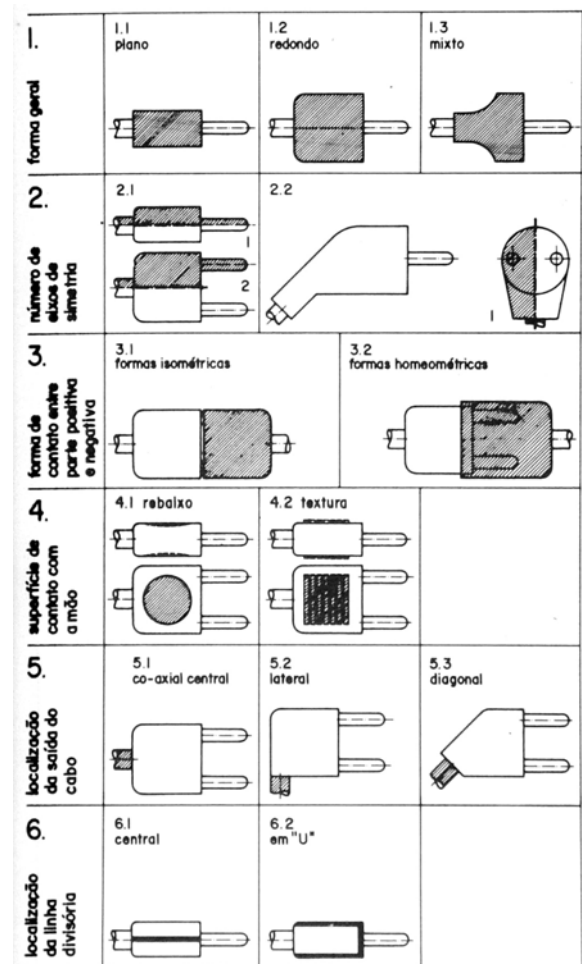


La siguiente caja morfológica [P1986] explora posibilidades de posición de la interfase hombre-objeto, nótese como estas opciones cambian la configuración general del objeto.



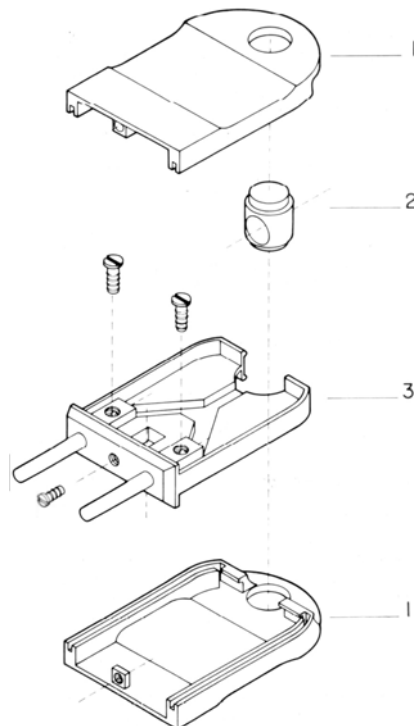
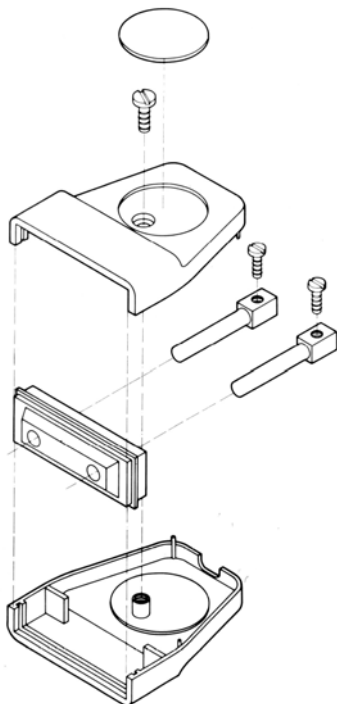
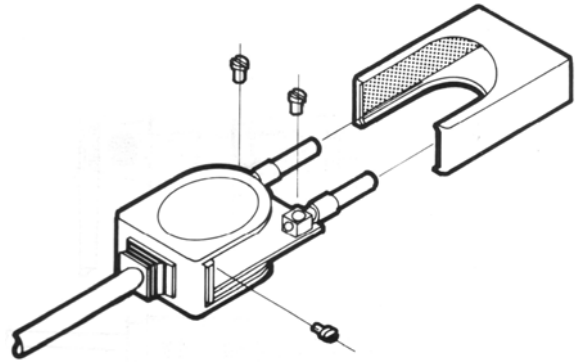
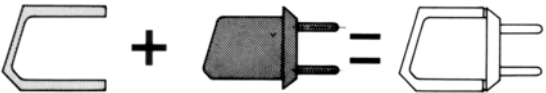
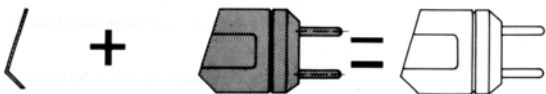
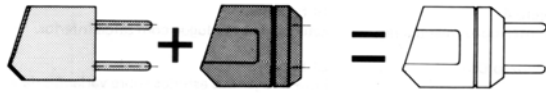
Esta tercera matriz morfológica [P1986] también es parte de este estudio sobre accesorios eléctricos. En este caso los aspectos estudiados por fila son:

1. Forma general
2. Número de ejes de simetría
3. Forma de contacto entre la parte positiva y negativa
4. Superficie de contacto con la mano
5. Localización de la salida del cable
6. Localización de la línea divisoria



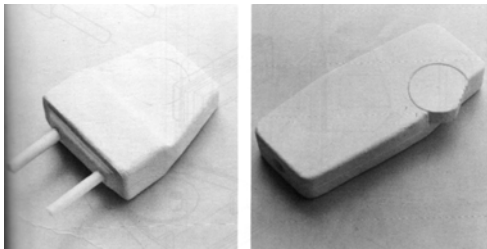
Un aspecto importante a explorar en estas etapas de desarrollo de alternativas de diseño es el montaje, este aspecto puede afectar la configuración general del producto y por tanto es necesario tomarlo en cuenta al detallar opciones.

Las figuras a continuación [P1986] detallan y comparan las posibilidades de montaje para enchufes explorados en los ejemplos anteriores.



La etapa de exploración de alternativas termina generalmente con la producción de modelos y pre-modelos que dan una aproximación más real a lo que se está pensando. La sensación de dimensión de un objeto es muy difícil de lograr a menos que se realicen dibujos y modelos a escala natural.

A continuación vemos pre-modelos exploratorios de las opciones de diseño de accesorios eléctricos [P1986] que se discutieron anteriormente.

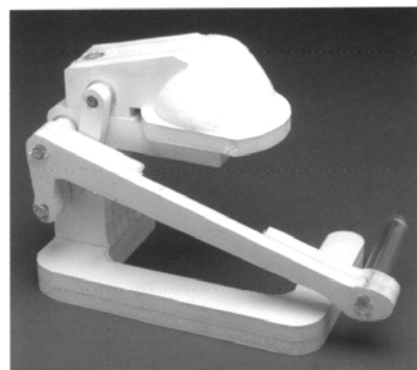
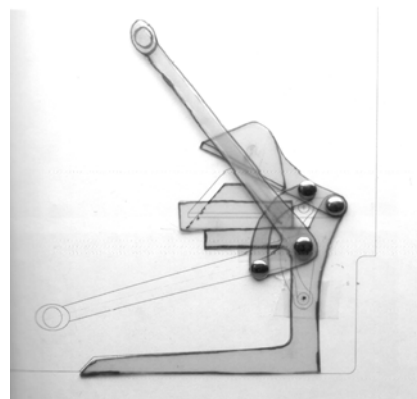
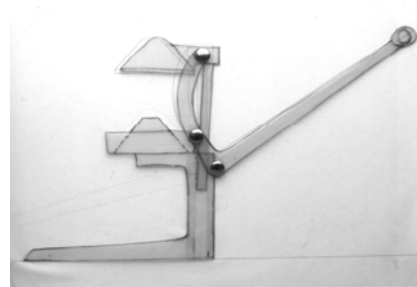


En esta etapa de desarrollo de ideas y exploración, los modelos pueden ser de distintos tipos y finalidades. A menudo se desarrollan modelos funcionales que exploran el funcionamiento de mecanismos o movimientos que de otro modo serían muy difíciles de analizar.

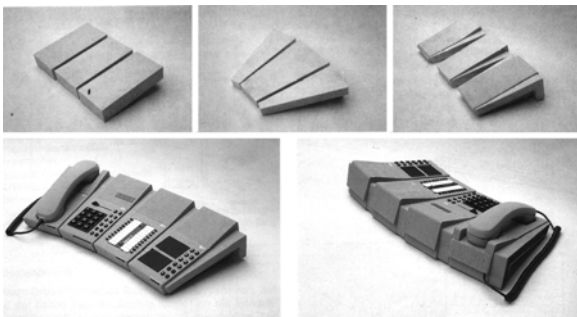
El modelo funcional a continuación [I2001], explora el funcionamiento del mecanismo de un exprimidor de naranjas, nótese que no es necesario en esta etapa hacer un modelo tridimensional, basta con uno que “funcione” como está planeado.

La siguiente etapa es un modelo mas elaborado, tridimensional y con un nivel de detalle mayor. Sin embargo, el modelo es solo un modelo de bloques, su finalidad es la de explorar los mecanismos y su dinámica.

La versión final del producto será visualmente muy distinta de este modelo pero mantendrá sus relaciones estructurales.



El siguiente ejemplo es también un proceso desarrollo de un producto, en este caso una central telefónica modular. En la figura [H1987] se muestran etapas consecutivas del desarrollo de pre-modelos y más debajo un modelo de más detalle. En estos ejemplos se ve como, después de pasar la etapa de exploración a mano alzada, se continúa un proceso de detallado de las opciones a nivel tridimensional.



Este ejemplo muestra opciones de configuración para una herramienta de cambio de llantas en vehículos pesados. En la foto se muestran dos opciones tamaño natural de este producto. Nótese la calidad de modelo configuracional, no hay detalles ni acabado, los modelos solo son opciones para discriminar en esta etapa preliminar.



Síntesis del proceso de diseño

El proceso de diseño termina con la síntesis del mismo, en esta etapa se comienza con la comparación y evaluación de las opciones de diseño que se generaron en la etapa anterior.

Una vez definidas las mejores opciones se debe detallar formalmente las opciones seleccionadas y optimizar el diseño, para después llegar al dimensionado final.

Técnicamente se puede decir que aquí termina el proceso, sin embargo, ningún diseño estaría terminado sin la especificación clara de los resultados. Para este efecto se desarrollan los medios de presentación que sean necesarios.

En general, se podría decir que una descripción bidimensional (láminas explicativas, planos técnicos, etc.), una representación tridimensional (desarrollo de modelos funcionales y de presentación) y una presentación digital del resultado son los mínimos pasos requeridos en esta especificación.

Evaluación de opciones

Una vez definidas las opciones de diseño se hace necesario una evaluación. Existen una gran cantidad de técnicas de evaluación de opciones, aquí demostraremos algunas de ellas.

La técnica clásica es la función evaluadora. Una función evaluadora es una calificación ponderada de las opciones de diseño según los requisitos de uso (definidos como necesarios, deseable o imprescindibles), en la etapa de definición del problema.

Así que lo que se hace es listar los requisitos de uso que se habían definido anteriormente y algún otro nuevo que surgiera durante el proceso, y darles una calificación de su importancia. Como se dijo, una costumbre es calificar estos requisitos en las siguientes clases:

- a. Imprescindibles
- b. Necesarios
- c. Deseables

A estas clases se les da un valor o ponderación, generalmente es un valor del uno al tres. Sin

embargo, cualquier valor coherente con la importancia del requisito es válido.

Las opciones se valoran según su desempeño en cada requisito y luego este valor se multiplica por el peso del requisito (ponderación), finalmente se suman los resultados para cada opción y se obtiene una evaluación de las opciones.

La tabla siguiente ejemplifica este procedimiento para algunos de los requisitos que mostramos en la etapa de Definición del Problema. Cada opción tienen dos valores por requisito, el primer valor es una calificación de uno a diez que representa la evaluación de ¿en qué medida esa opción cumple con ese requisito?. El segundo valor es el valor anterior multiplicado por el peso del requisito.

Como se ve la tabla nos permite hacer una valoración conjunta y ponderada de todas las opciones, dándonos una visión global del panorama.

Requisito de uso	Opción A	Opción B	Opción C	peso
1. Se debe presentar un plano en posición yacente	10 30	10 30	10 30	3
2. La superficie del yacente debe estar dotada de articulaciones	6 12	5 10	10 20	2
3. Debe permitir diversas posiciones	3 3	7 7	8 8	1
4. La inclinación debe estar indicada y visible	7 14	5 10	4 8	2
5. La superficie yacente debe ser adaptable al cuerpo (suave)	9 27	9 27	9 27	3
...				
n. Debe ser móvil	0 0	8 16	9 18	2
TOTAL	86	100	111	

Algunas observaciones quedan por decir; si alguna opción no alcanza la suficiencia (digamos menos de 6) en un requisito que se a considerado como imprescindible (con peso 3), obviamente esta opción no es más una alternativa aceptable y se debe eliminar.

La otra observación importante es la evaluación de aspectos perceptuales. Cómo especificamos en el apartado del Análisis Perceptual cada producto tiene una posición en el Cubo Semántico, de acuerdo con esta posición existen productos para los cuales los requisitos perceptuales (aquellos que tienen que ver con las funciones simbólica y estética del producto) son más importantes que otros y esto debe reflejarse en el peso que reciban estos requisitos en la tabla evaluadora.

Como algunos de estos requisitos son difíciles de evaluar, se puede recurrir a una consulta de diferencial semántico (como las explicadas en el apartado de Análisis Perceptual) para saber si el nicho de mercado percibe la opción evaluada como se cree. En este sentido se podría evaluar, por ejemplo, la opción A y la opción B en un diferencial semántico, con el fin de saber cuál de ellas obtiene mejor ponderación en la escala contemporáneo-tradicional y con esta ponderación dar el valor de evaluación de las opciones en este requisito.

Es importante notar que es difícil para un diseñador interpretar *a priori* los mensajes que recibe un nicho perceptual específico, especialmente si éste está psicológicamente lejos de su propio nicho natural. Por ejemplo, si un joven diseñador (entre 30 y 40 años) debe diseñar un equipo de audio para gente de buen poder adquisitivo, posiblemente tenga bastantes de las condiciones necesarias para hacerlo sin muchas evaluaciones semánticas. Sin embargo, si ese mismo diseñador tuviera que diseñar zapatos deportivos para adolescentes, su capacidad de interpretar las expectativas perceptuales del nicho meta posiblemente sean mucho menores.

En otras palabras hay dos decisiones complejas en la evaluación de estos productos.

1. La ponderación y selección de los requisitos. La que deberá ser definida por la posición del producto en el Cubo Semántico.
2. La evaluación de cada opción para cada requisito. Que a veces deberá ser estudiada mediante un estudio de diferencial semántico.

En la figura a continuación [UE2004] se muestra otra tabla de evaluación, en este caso se usaron los símbolos +,- y 0, como calificación de cada opción según el requisito. Los requisitos están alineados por filas y las opciones por columnas.

	Conceptos						
	A	B	C	D	E	F	G
Criterios de selección	Cilindro principal	Freno de caucho	Trinquete	Tope de aplicador (referencia)	Anillo de chorro	Configuración de palanca	Tornillo de marcación
Fácil de manejar	0	0	-	0	0	-	-
Fácil de utilizar	0	-	-	0	0	+	0
Fácil para establecer las posiciones	0	0	+	0	+	0	+
Precisión en la medición de la dosis	0	0	0	0	-	0	0
Durabilidad	0	0	0	0	0	+	0
Fácil de manufacturar	+	-	-	0	0	-	0
Portabilidad	+	+	0	0	+	0	0
Sumar +	2	1	1	0	2	2	1
Suma 0	5	4	3	7	4	3	5
Sumar -	0	2	3	0	1	2	1
Puntuación neta	2	-1	-2	0	1	0	0
Rango	1	6	7	3	2	3	3
¿Continúa?	Sí	No	No	Combinar	Sí	Combinar	Revisar

Como se dijo hay varios sistemas de evaluación de propuestas, a continuación se ofrece la traducción de una lista de tópicos a evaluar propuesta por Heufter [H1987].

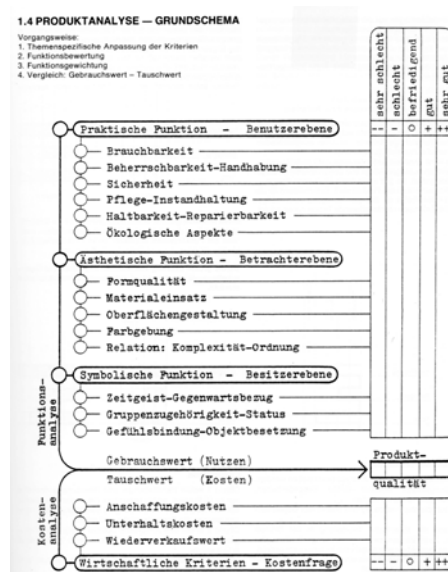
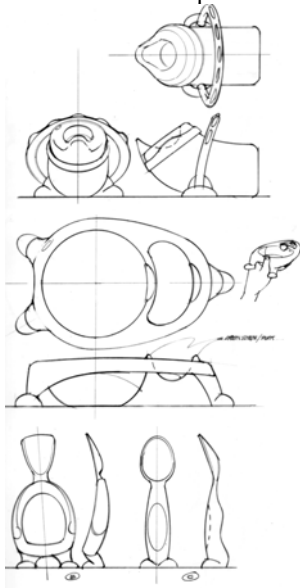


Gráfico original.

Análisis de funciones	Función práctica		Plano del usuario				
			muy malo	mal	0	bueno	muy bueno
	Usabilidad						
	Manipulación						
	Seguridad						
	Mantenimiento						
	Durabilidad y Reparabilidad						
	Aspectos ecológicos						
Análisis de funciones	Función estética		Plano del observador				
			muy malo	mal	0	bueno	muy bueno
	Calidad formal						
	Calidad material						
	Diseño de la superficie						
	Cromática						
	Relación Complejidad<>Orden						
Análisis de funciones	Función simbólica		Plano del poseedor				
			muy malo	mal	0	bueno	muy bueno
	Moda, signos de los tiempos						
	Pertenencia grupal o trivial						
	Aspiracional						
Valores de Uso			Calidad del producto				
Valores de Cambio							
Análisis de costos	Costos de fabricación						
			muy malo	mal	0	bueno	muy bueno
	Overhead						
	Re-uso y re-venta						
Criterios económicos			muy malo	mal	0	bueno	muy bueno

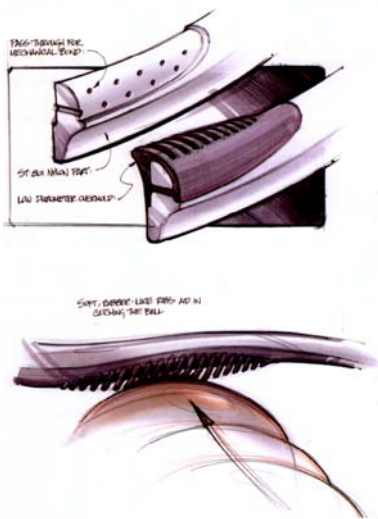
Detallado del diseño

Una vez definidas las opciones que participarán en el diseño final y haber definido la síntesis, es el momento del dimensionado final del producto y el acabado de los detalles. El siguiente diagrama muestra el proceso de dimensionado de un conjunto de accesorios para ayudar a comer a niños pequeños. Este proceso a menudo es respaldado por la construcción de pre-modelos dimensionales para “sentir” la escala real de los objetos como se muestra después.



[HG2004]

Bocetos mostrando dos posibles opciones del borde adherente de una raqueta



[HG2004]

Pre-modelos explorando los posibles acabados de un micrófono para una sala de juntas. Nótese como el acabado de detalles como la ventilación o la ranura de ensamblaje pueden aumentar el mensaje semántico del objeto o ir en detrimento del mismo.



[HG2004]

En esta foto se muestra el minucioso acabado de la parte anterior de un monitor para computadora. Nótese como se integraron la ventilación, el botón y el cable en un conjunto armonioso que acentúa el carácter “suave” del diseño



[I2001]

Diagramación de las láminas

Como se dijo después de haber definido el diseño final, ningún diseño está terminado sin su correspondiente especificación. La especificación de un diseño la podemos dividir en dos grandes ramas:

1. Especificaciones bidimensionales
2. Especificaciones tridimensionales

Las especificaciones bidimensionales son las láminas descriptivas del proyecto, los planos del mismo, un artículo y tal vez una presentación digital. En esta guía, como ya es usual, solo daremos ejemplos gráficos de estos tipos de representaciones, exceptuando los planos técnicos pues se consideran fuera del tema de este trabajo.

El planeamiento de la documentación bidimensional comienza con una bitácora de presentación. La bitácora es una descripción de cuáles tópicos vale la pena presentar y a través de qué medios se hará.

Se puede decir que toda presentación tiene como objetivo dejar claro dos cosas específicas:

1. La descripción de la solución propuesta
2. La descripción de las ventajas de esta solución sobre el estado del arte (gradientes de mejoramiento)

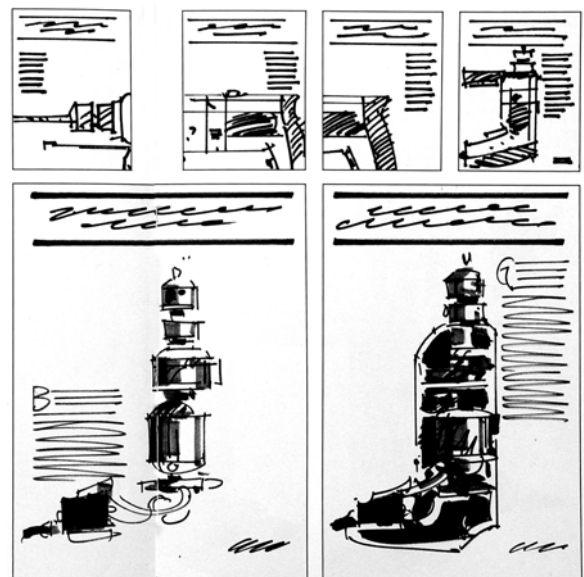
La descripción de la solución propuesta generalmente tiene vistas ortogonales, cortes, axonometrías y *renderings* que definen clara y eficientemente la solución propuesta. Por su parte, la descripción de las ventajas de la solución propuesta sobre el estado del arte, puede tener todo tipo de técnicas representativas, a saber: animaciones, cortes, vistas, análisis biomecánicos, tablas y gráficos, etc.

Como se dijo todo comienza con una bitácora que define cómo se van a presentar estos dos aspectos. La tabla a continuación muestra un ejemplo de este tipo de bitácora. Obviamente una tabla típica para una bitácora lleva más de 20 aspectos a comunicar, la tabla mostrada es solo para fines demostrativos.

Aspecto a describir	Técnica a usar	Tecnología
1. Descripción general del objeto	Tres vistas ortogonales Vista de tres cuartos	Pilots sobre papel cebolla Redenring por computadora
2. Descripción de la configuración interna	Explosos axonométricos, Diagramas de componentes	2.1 Pilots tonos de gris y calidad de línea 2.2 Diagramas en Ilustrador
3. Diseño de ventilación interna	Animación cuadro a cuadro	Diagramas en Ilustrador
4. Acceso al objeto	Análisis biomecánico	Fotomontajes y diagramas en Ilustrador
5. Detallado del cierre de la tapa superior	Corte ortogonal Boceto tridimensional	Ilustrador Pilots sobre papel cebolla
...

Una vez que se tiene claro ¿qué se debe presentar?, el siguiente problema es la diagramación, ésta incluye aspectos como el formato, la distribución de la información y las características cromáticas el proyecto.

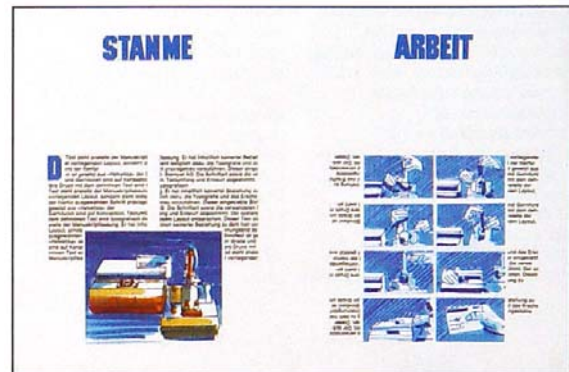
La definición de la diagramación comienza con bocetos de distribución de los ítems que define la bitácora de presentación. La ilustración a continuación [K1986], muestra bocetos de esta etapa temprana de diseño de las láminas de presentación.



A partir de esta etapa queda definida la retícula tipográfica y las políticas de distribución de las nuevas láminas, la figura a continuación muestra parte del resultado que se definió en los bocetos anteriores [K1986].



De la misma fuente [K1986], en la siguiente figura se observa otro ejemplo de retícula tipográfica para la presentación de un proyecto de Diseño Industrial.

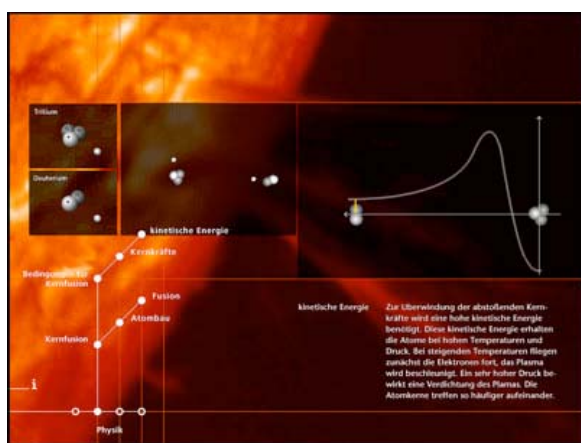
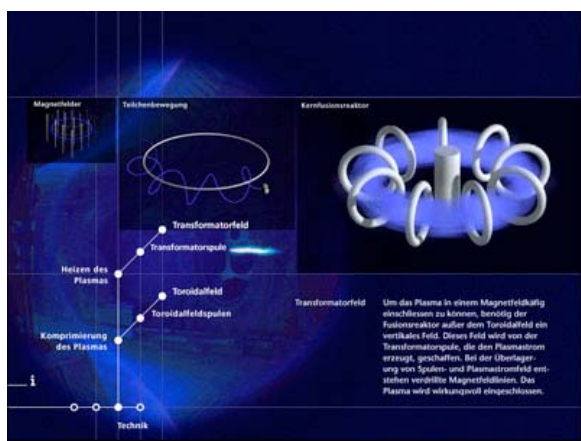
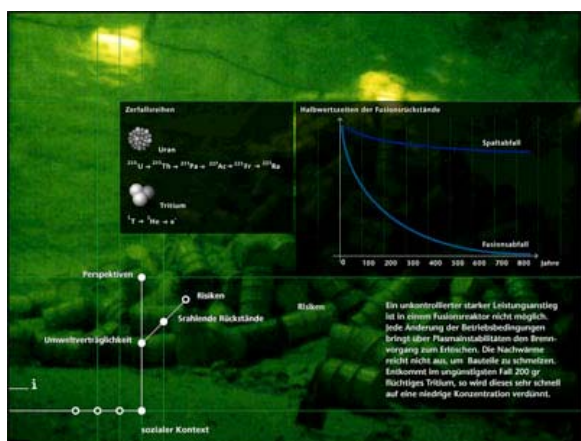


La diagramación de las láminas, así como el uso del color, deben comunicar pertenencia. De este modo, todas las láminas se perciben como pertenecientes a un mismo proyecto.

En estos dos primeros ejemplos se ve como el color de fondo y de la tipografía (especialmente en los títulos) genera ese mensaje de "proyecto".

Sin embargo, este no es el único modo de lograr la unidad en las láminas, en el siguiente ejemplo de un proyecto multimedia para explicar el proceso de la fusión nuclear (desarrollado en el

Hochschule für Gestaltung, Schwäbisch Gmünd, en la República Federal Alemana) se puede observar un mensaje de pertenencia basado en las políticas de composición.



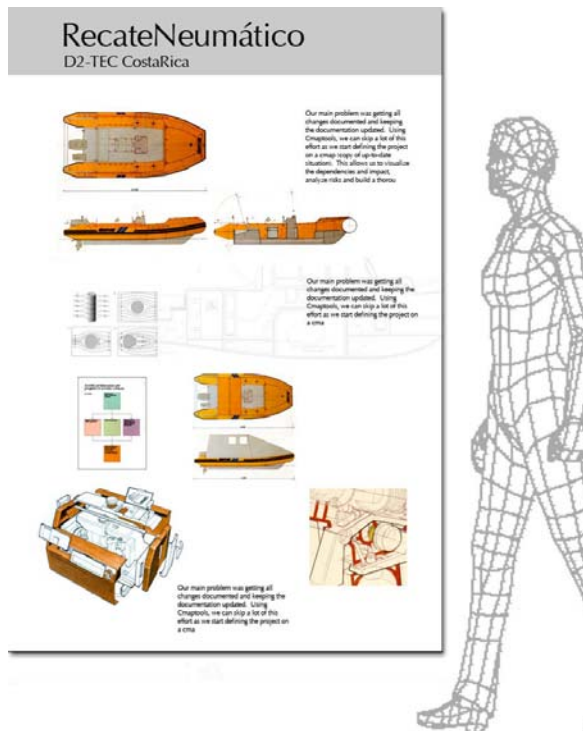
Nótese que el clima cromático es usado para ilustrar el tema de cada lámina (desechos, tecnología y reacción nuclear respectivamente) y

sin embargo, el uso de una retícula clara y legible y de una política de composición igualmente definida mantienen la cohesión de un modo muy elegante.

Del mismo modo que se diseña la lámina debe ser diseñada la diagramación de la exposición del trabajo, en estas fotos arriba se observa una

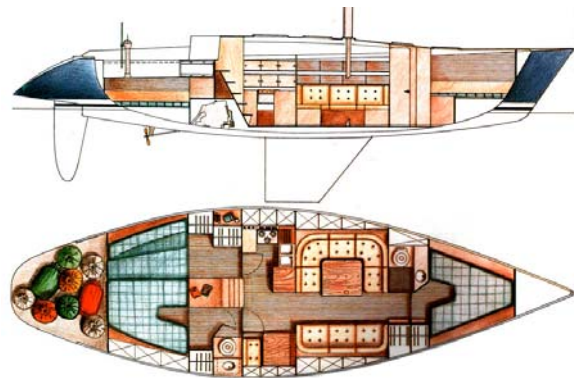
exposición de la escuela de Arquitectura de la Universidad de Stuttgart, realizada en el Deutsches Architektur Museum, en abril del 2005. Como se ve en las fotos y se aclara en la última, detalles simples pero bien pensados garantizan el éxito de la comunicación profesional del proyecto.

En la siguiente ilustración se muestra una lámina (curso de Diseño II, TEC, 2004) típica para exponer un proyecto en poco espacio. En este caso la lámina mide 1 metro de ancho y dos metros de alto (la figura humana está de referencia).

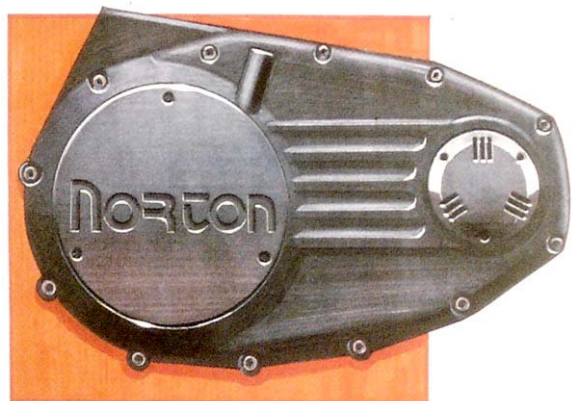


Descripción general del producto.

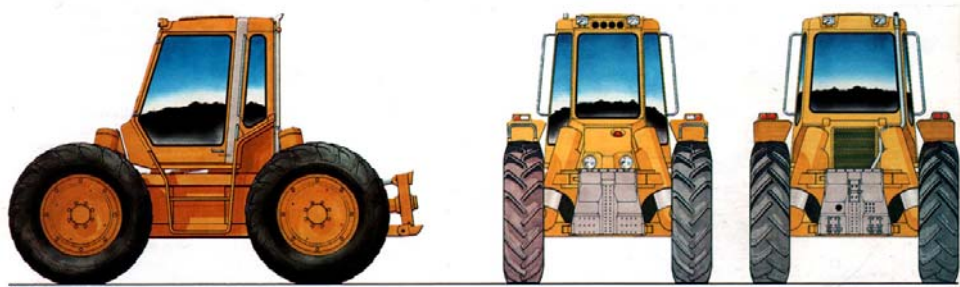
La primera parte de la bitácora es siempre la descripción del producto. En Diseño Industrial la descripción de un producto generalmente se hace con gráficas ortogonales. Vistas y cortes de rigurosidad y detalle técnico, son coloreados para ganar legibilidad y jerarquía.



En este caso [F1985] se muestra el producto a través de dos cortes uno realizado en vista lateral (alzado) y otro en vista superior (planta). En este caso, dibujos técnicos de buen detalle y rigurosidad son coloreados con lápices de colores con una técnica muy simple pero con un resultado muy legible y cálido.

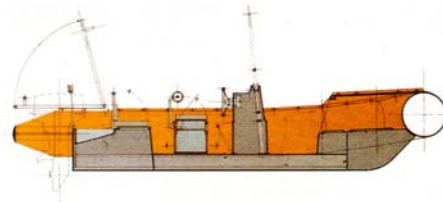
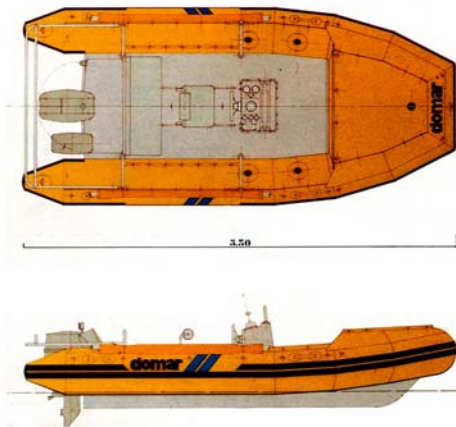


En esta otra imagen [P1985] se ejemplifica de nuevo el coloreado de las vistas ortogonales. Como se ve, lo que se hizo fue tratar una vista lateral con sombreado básico y agregarle un fondo para aumentar el interés y el contraste entre el objeto y el fondo.



La ilustración anterior [R1984] muestra una vista lateral, una frontal y una trasera del producto. De notar que el coloreado (a excepción del vidrio) solo usa colores planos; demostrando que es posible dar una muy buena legibilidad de tridimensionalidad de un objeto con muy pocos elementos gráficos.

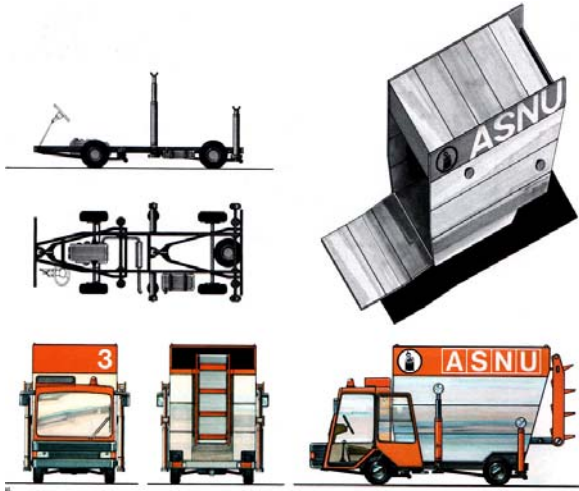
Nótese en la ilustración de la balsa neumática [F1985] el trabajo del corte ortogonal, con la definición de los materiales a través de los colores y algunos detalles técnicos se logra una agradable demostración del objeto. Más abajo dos ejemplos [F2004] y [P1985] de la misma técnica para dar legibilidad a las vistas ortogonales.



MARIGRAPH
DESIGN SOLUTIONS



En las ilustraciones siguientes [B1983] se expresan conceptos y descripciones de la configuración de productos, acompañando vistas ortogonales (como las comentadas anteriormente) con axonometrías y explosos axonométricos tratadas del mismo modo.



Exposición Architektur und Stadtplanung, Universidad de Stuttgart.

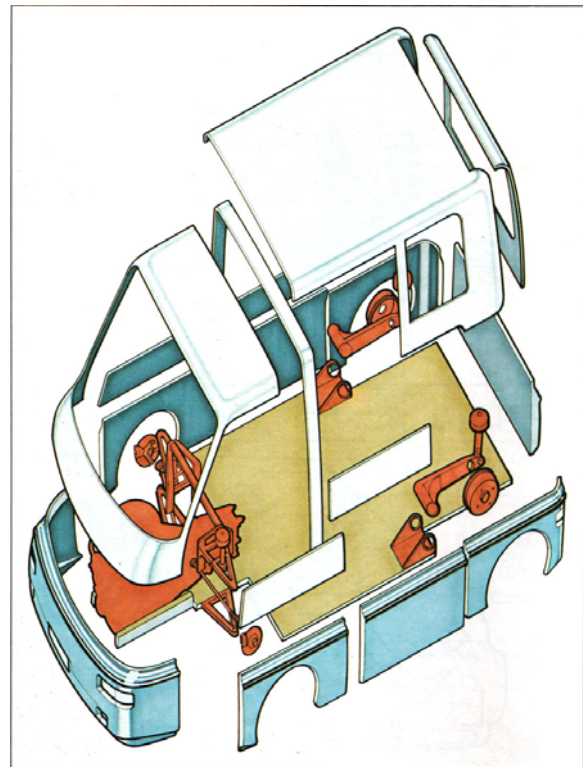
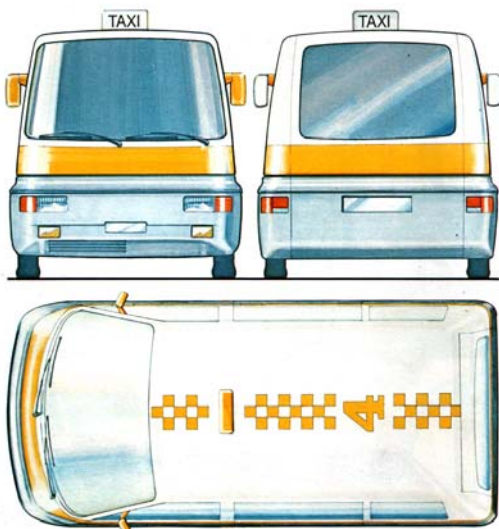
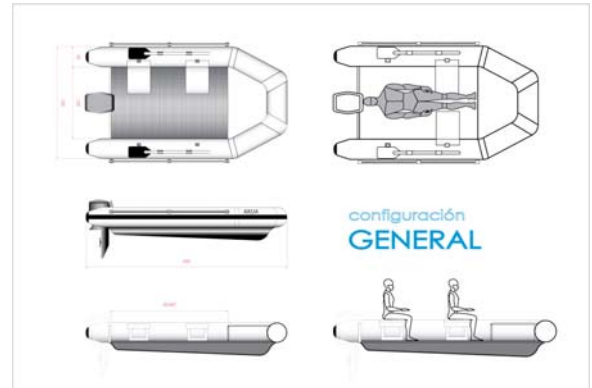


Figura humana de referencia

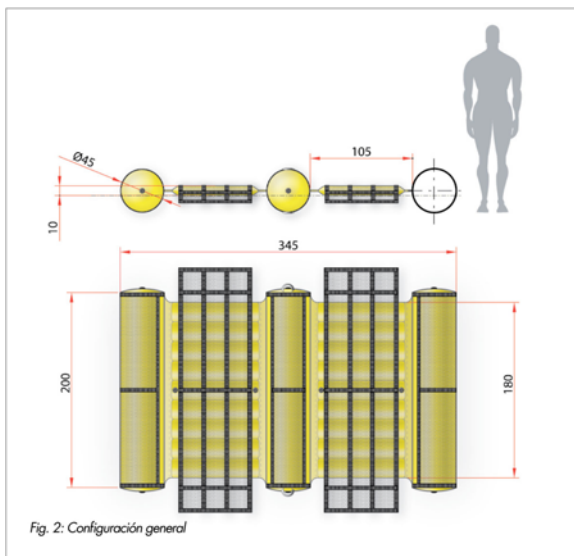
En muchas vistas y descripciones de producto se suele agregar figuras humanas (así como objetos de tamaño conocido) con el fin de dar una referencia inmediata de la escala del objeto que se está describiendo.



En esta ilustración [I2001] es de especial interés la mezcla del fotomontaje, el *redering* por computadora y la vista técnica dando como resultado una lámina muy clara y profesional.



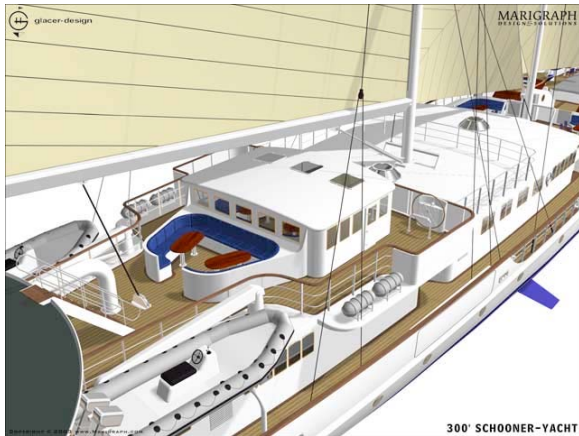
Descripción del diseño de una balsa (Marlon vega Paniagua, TEC 2005), en el que se usa la misma técnica de uso de la figura humana como relación de tamaño.



Esta otra descripción de una balsa de salvamento (Alfonso Herrera Matamoros, TEC 2005) hace uso de un perfil humano con el objetivo de dar una sensación muy eficiente de la escala del objeto. Nótese en detalle con el que de describe el objeto.

Renderings 3D

Las ilustraciones en perspectiva son usadas a menudo como apoyo a las vistas ortogonales descritas anteriormente. Estas pueden ser realizadas a mano alzada con color o sin él o por computadora.



[F2004]

INCA
International Nature & Cultural Adventures

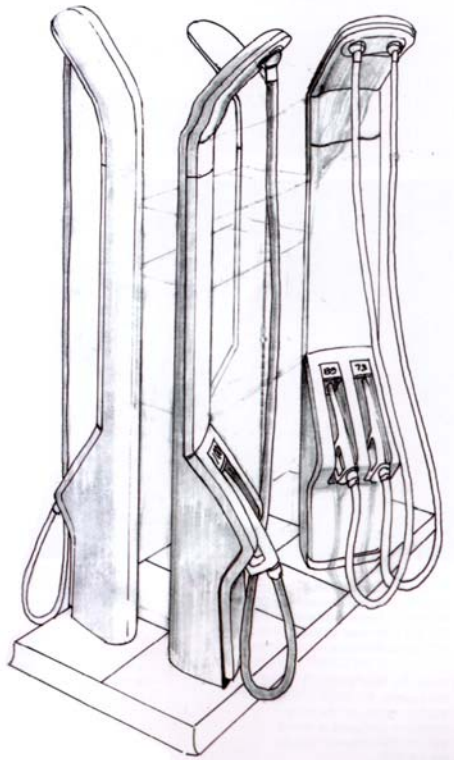
MARIGRAPH
DESIGN SOLUTIONS



COPYRIGHT © 2004 WWW.MARIGRAPH.COM

[F2004]

140' Motor Yacht
Integrity



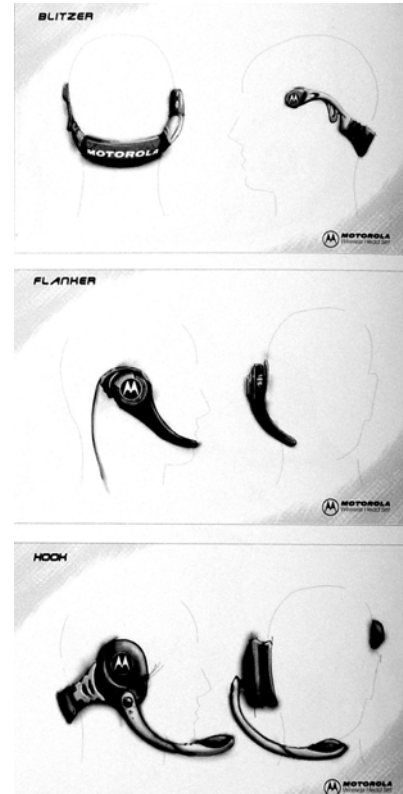
[I2001]

Jerarquía en la imagen

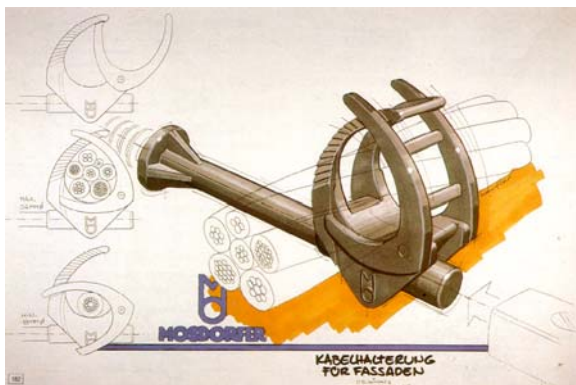
Una condición importante que se debe cuidar en el diseño de las láminas de presentación es la jerarquía de lectura. En todo diseño (y las láminas de presentación son un diseño), el “lector del diseño” debe ver claramente cuál es el énfasis de comunicación y cuáles son los aspectos secundarios. Esta condición facilita enormemente la comprensión rápida de los conceptos que se desean comunicar.

De hecho uno de los problemas que se observan a menudo en lámina preparadas con *renderings* de computadora, es precisamente la falta de jerarquía en la ilustración. Como en la computadora se prepara una escena realista, generalmente el software no permite hacer énfasis en un aspecto y no en otro, el resultado es una imagen con jerarquía confusa, difícil de leer como herramienta de presentación.

A continuación se muestran unos ejemplos en los que el objeto a sido claramente privilegiado por encima del fondo o de los aspectos de contextualización del producto.



[HG2004]



[H1987]



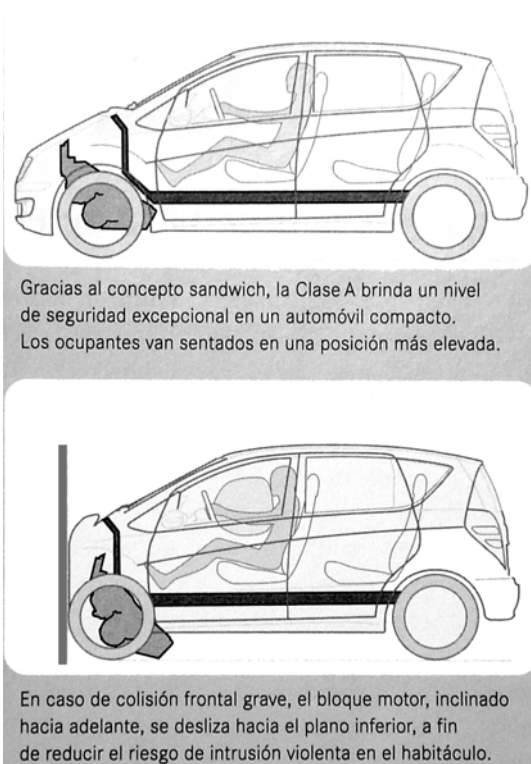
[H1987]

Descripción analítica del producto (gradientes)

Una vez descrito el diseño en forma general es necesario entrar en detalles. Estos se describen con el fin de dejar claro cuáles son las bondades del nuevo producto. Académicamente les llamamos a estas bondades “gradientes de mejoramiento”.

Se trata de todas aquellos aspectos del diseño donde se haya logrado superar el estado del arte para ese producto o necesidad. Como es de esperarse, estos gradientes pueden pertenecer a cualquier campo del diseño, por ejemplo: usabilidad, producción, reducción de costos, percepción, aspectos ecológicos, etc.

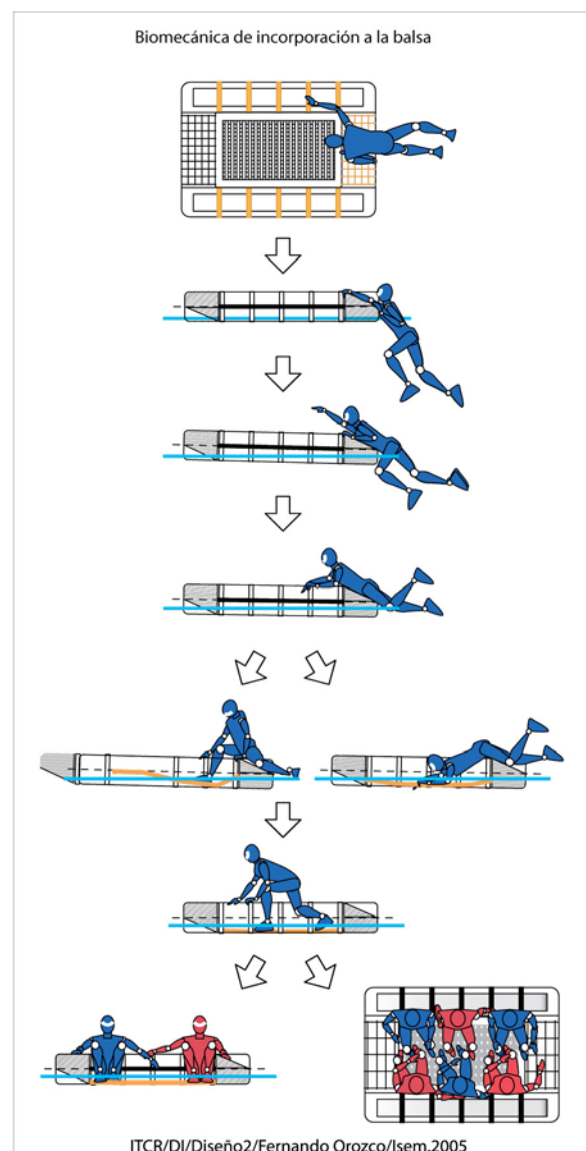
Por esta razón son muy variadas las técnicas usadas en para este fin. A continuación algunos ejemplos de esta parte de la presentación:



Brochure de presentación del Mercedes Benz clase A, 2005.

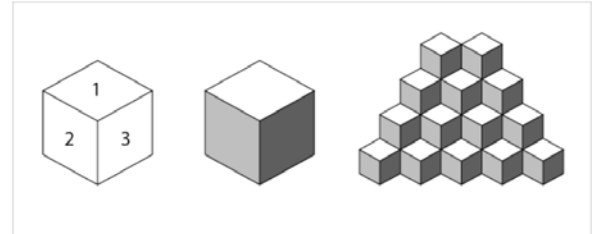
El manejo de la jerarquía de lectura en este ejemplo para demostrar aspectos complejos de seguridad del diseño es muy eficiente.

A menudo un diseño es mejorado en aspectos de usabilidad, en estos casos se hace necesario recurrir a análisis biomecánicos para explicar lo que se planeó en el diseño. El análisis a continuación (Fernando Orozco, TEC 2005) describe la forma de ingresar a una balsa de salvamento de un modo preciso y eficiente, interesante el modo de presentar la secuencia con alternativas de uso.

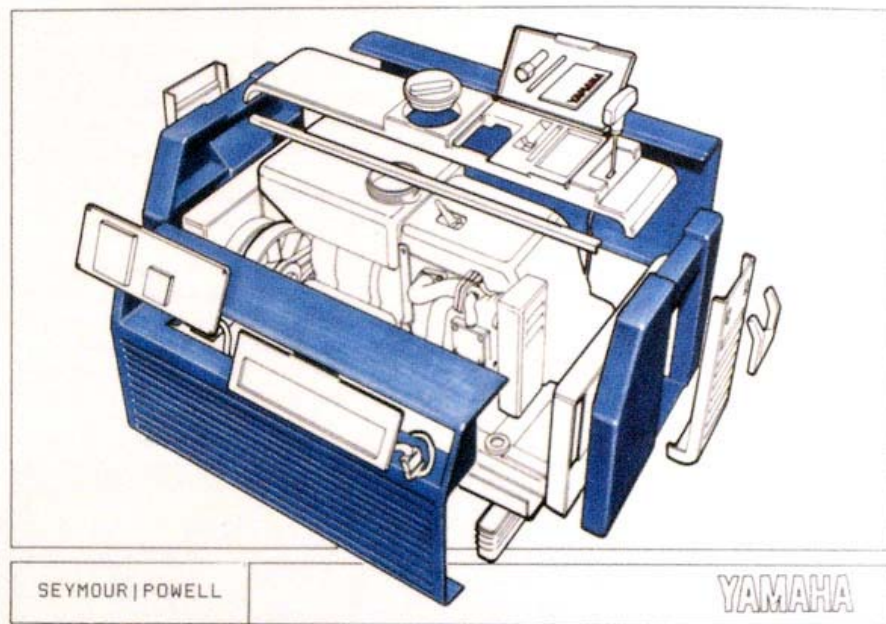
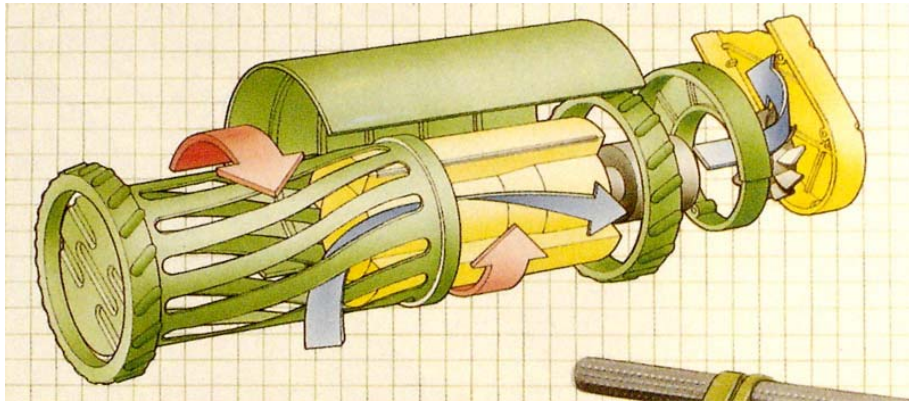


En el caso de representaciones en tres dimensiones, a menudo basta con el tratamiento de axonometrías o explosos axonométricos con algo de color o sombra, que aumente la legibilidad tridimensional del dibujo.

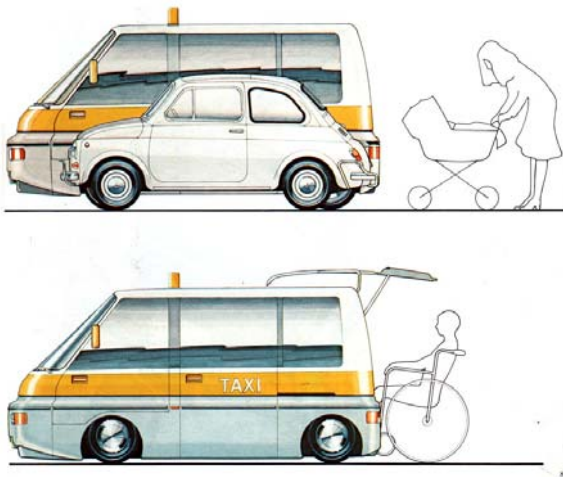
El esquema a continuación muestra lo simple que puede ser la distribución de sombras (o tonos de color) en una de estas axonometrías. Simplemente siguiendo la así llamada regla 1.2.3.



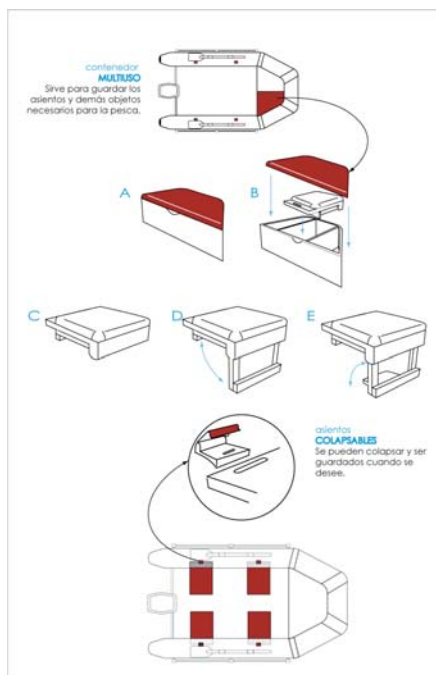
A continuación dos ejemplos de este tipo de representación tridimensional.



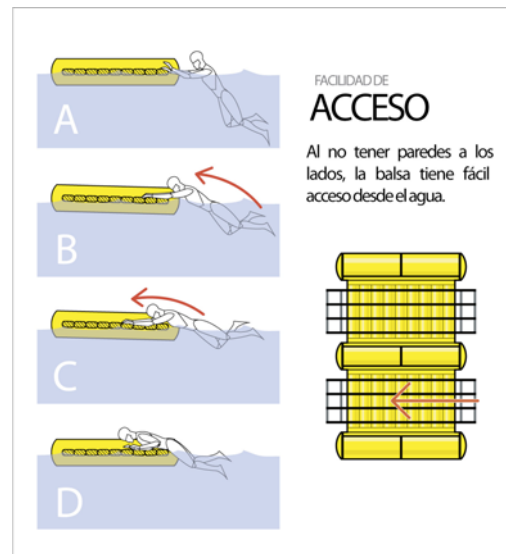
Como se dijo, en el tema de los gradientes de mejoramiento los detalles pueden ser muy variados, por ejemplo en este diagrama [B1983] la comparación de tamaño se hace a través del uso de el conocida automóvil Fiat 500 y la figura humana, de notar el manejo de la jerarquía de lectura al dejar las figuras humanas en contorno solamente.



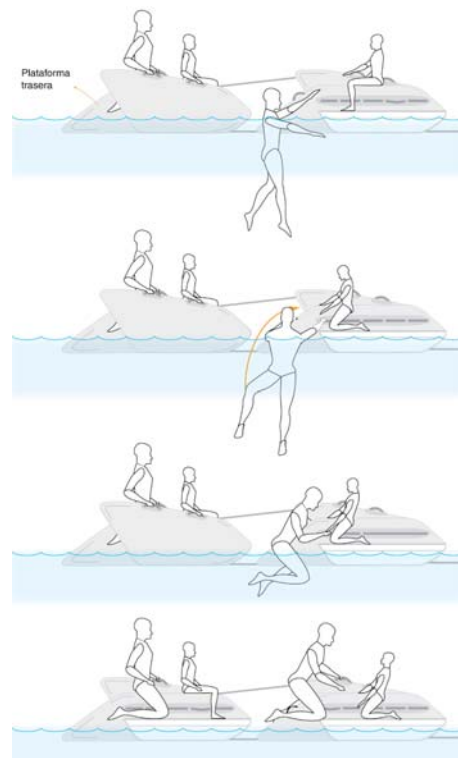
En el siguiente ejemplo (Marlon vega Paniagua, TEC 2005) se describe el uso de un asiento plegable en una balsa, este aspecto era uno de los gradientes de mejoramiento de este diseño. El color se usa como indicador de jerarquía de lectura del diagrama.



A continuación se muestran dos análisis biomecánicos de acceso artefactos neumáticos acuáticos. Tanto la jerarquía de lectura como la animación cuadro a cuadro se ha logrado muy bien.

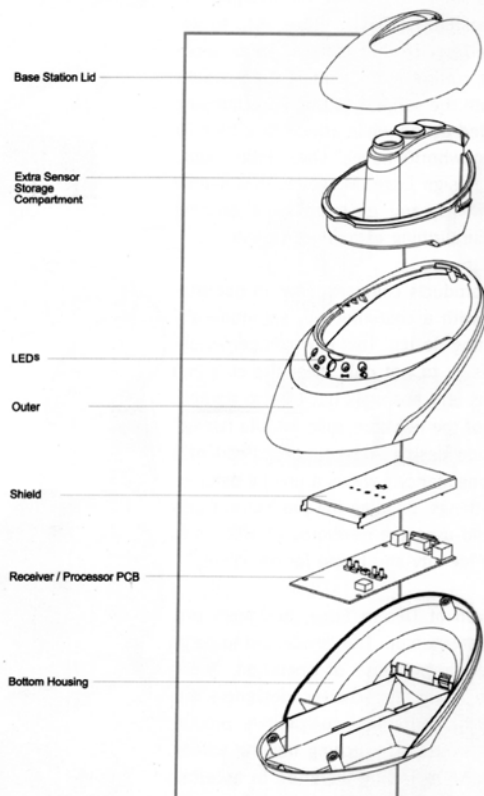
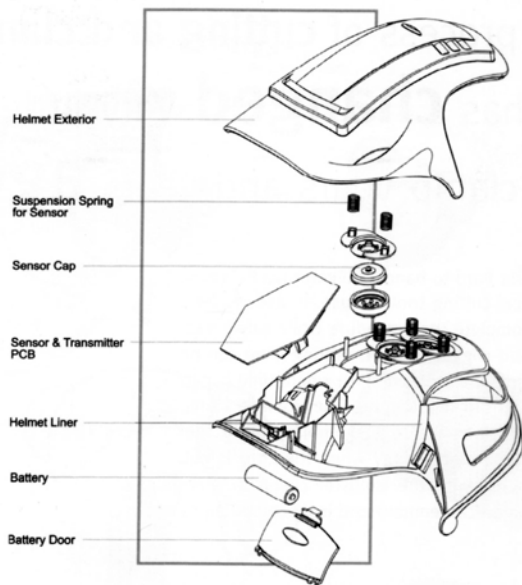


(Alfonso Herrera Matamoros, TEC 2005)



(Alina Leiva Soto, TEC 2005)

Finalmente un diagrama de montaje en exploso axonométrico, en este caso el diseño incluye una mejora importante en este aspecto.



Modelos de presentación

En este punto del proyecto solo falta realizar los modelos de presentación, no se debe confundir este tipo de modelos con los otros tipos de modelos (de bloques, funcionales, de configuración, etc.) que ya hemos comentado y que también pueden ser usados en la presentación final).

Hay poco que decir sobre los modelos de presentación, solo deben verse exactamente como el original; y a menudo: pesar, oler y sentirse como el objeto que representan. Esto dependiendo de los gradientes de mejoramiento que deseen evidenciar.

A continuación algunos ejemplos de este tipo de modelos.



[I2001]



[H1987]

El reporte de diseño

En esta sección se dan algunos consejos de cómo realizar un tipo de documentación que se está popularizando, el reporte de diseño. Este consiste en un “artículo”, como en una revista especializada, que especifica los aspectos más relevantes del proyecto que se desarrolló.

A. Concepto

Un reporte de diseño es una publicación destinada a informar a una comunidad de especialistas sobre el proceso integral de una investigación de diseño. De la naturaleza de reporte se derivan algunas características:

1. Si es una publicación, debe adaptarse a las condiciones de una revista (extensión, estructura, normas);
2. Si se prepara para destinatario técnico, debe ser un aporte sustancial;
3. Si da cuenta de un proceso de diseño, debe referir con precisión a cada uno de los gradientes de mejoramiento que se lograron.

B. Estructura del reporte

La función fundamental del artículo es presentar un aporte a un campo específico del diseño, con la descripción explícita de los antecedentes y de los recursos aplicados. De aquí se deriva, la necesidad de una clara definición del problema, de una revisión del estado del arte, de la exposición de resultados y su respectivo análisis, así como la descripción concreta de lo logrado. Estas tareas, que pueden denominarse genéricamente "obligaciones metodológicas", dan pie a una serie de componentes en el texto, es decir a la estructura básica del artículo.

Por otra parte, función complementaria aunque de gran importancia que tiene el reporte es la de facilitar su manejo en las bases de datos, informar sus fuentes de información y bibliográficas, dar noticia de autores, colaboradores, portales de Internet pertinentes, fabricantes, tecnologías nuevas, distribuidores de semielaborados, etc. Estas tareas, que cabe designar "obligaciones documentales" dan pie a un conjunto de

componentes, o sea a los complementos del artículo.

C. Elementos del Reporte de Diseño

En vista de que en un reporte de diseño se detallan todas las etapas del proceso de desarrollo, estos escritos pueden ser de cualquier amplitud, aunque suelen ser de la extensión que se acomode a las revistas especializadas. La revista COMMUNICATIONS propone que el original no sobrepase las 25 páginas, aunque en un reporte de este tipo entre menos extensión mejor. Una extensión de entre 10 y 15 páginas se considera promedio.

Los componentes básicos de un reporte de diseño están determinados por los propios pasos del proceso metodológico. Con base en los planteamientos de Mario Bunge (La investigación científica, 1967) se pueden proponer los siguientes componentes:

1. Título. Descripción breve del contenido. Se recomienda que no sea mayor de 7 palabras. Generalmente lleva el nombre del producto a diseñar, la designación del caso de uso y puede agregarse algún énfasis. Dependiendo del proyecto puede tener un énfasis metodológico, tecnológico, de materiales, económico, etc.

Ejemplos:

Diseño de mobiliario escolar de bajo costo para las escuelas primarias de Costa Rica.

Diseño de una embarcación neumática para el Parque Nacional de Diversiones

2. Resumen. Descripción más amplia del contenido. Su función es de carácter documental: permitir a bibliotecarios o investigadores conocer de qué se trata el reporte. Incluye la mención del tema, la metodología usada y el aporte que proporciona el estudio. En los materiales observados oscila entre 30 y 100 palabras.

Ejemplo:

El cambio en la calidad de la seguridad ciudadana en nuestro país ha llevado a tener que cambiar algunas costumbres en nuestro quehacer diario. En el caso de los repartidores de comidas rápidas (que usan motocicletas) se hace necesario que los cascos o protectores de cabeza cumplan con nuevos requisitos.

El proyecto actual describe el proceso de desarrollo de un casco pensado para cumplir con estos nuevos requisitos sin perjuicio de los anteriores. Así la visibilidad del rostro del repartidor (a), la ventilación, el uso en condiciones de lluvia o sol, entre otros son de tallados como base del estudio.

Finalmente se presenta una nueva propuesta de diseño que satisface todos los requisitos antes mencionados y mantiene su posibilidad de ser fabricado en el país a un costo competitivo.

3. Palabras claves. En este apartado se escriben las palabras que mejor definen el proyecto (unas 10). Estas son usadas para identificar el énfasis del proyecto y para alimentar los motores de búsqueda digital de información.

Ejemplo:

Diseño de productos, estética, filosofía de diseño, estética definida por el mercado, materiales alternativos.

4. Introducción. Es la parte inicial del reporte en la cual se describen al menos los siguientes tópicos:

- 4.1. Descripción del problema investigado: se describe la necesidad que se pretende solucionar empezando con el perfil de uso y aclarando el caso de uso particular del proyecto. También se aclara cualquier énfasis o condición previa que tenga el proyecto.
- 4.2. Señalamiento del objetivo u objetivos de la investigación
- 4.3. Señalamiento de las hipótesis que guiaron el desarrollo
- 4.4. Descripción general del reporte: los pasos de que consta y el orden en que se presentan

5. Análisis preliminares. En este apartado se describen los análisis preliminares que resultaron relevantes para la definición del proyecto. Como se trata de literatura técnica no se debe repetir los temas obvios en materia técnica, como tecnologías o datos obvios. Sin embargo, es necesario que estén los análisis de carácter funcional, perceptual y metodológico que dieron origen a soluciones dentro del diseño que describe el artículo. Datos ergonómicos, perfiles de uso, datos específicos del caso de uso, vocabulario visual del nicho semiótico involucrado, tecnologías novedosas usadas en la solución propuesta, son solo algunos de los temas que podrían formar parte de este apartado.

Todos estos temas deben estar tabulados lo más posible en forma de gráficos comparativos, animaciones cuadro a cuadro, análisis ergonómicos biomecánicos (específicos para el caso de uso), tablas de requisitos, análisis de condiciones físicas, de contexto, tecnológicas, etc. Todo en forma de análisis gráficos que aclaren de modo eficiente los conceptos involucrados y el dominio que se tienen de ellos.

6. Metodología. Se describe brevemente los pasos metodológicos que se llevaron a cabo para desarrollar el proyecto. En este apartado se desea incluir el proceso que llevó a la definición del resultado. De este modo, el desarrollo de las opciones de diseño, cuál era el objetivo de cada una de ellas y el orden lógico del pensamiento crítico que llevó a la solución, es el tema de este apartado.

También aquí todos los análisis deben de ser gráficos y eficientes de modo que el lector entienda fácilmente lo que se está estudiando y desarrollando en el proceso de diseño.

7. Resultados. En muchos casos no se usa ningún título genérico; lo que se usa es una serie de títulos que dan cuenta de lo relativo a cada uno de los asuntos estudiados. La materia principal de este apartado es la descripción detallada de la solución del proceso. Tómese en cuenta que este es el corazón del informe, su extensión y detalle debe dar cuenta de esto.

El material suministrado debe describir en forma gráfica y detallada todos los aspectos del diseño que son relevantes para su valoración. Se dice que se debe disponer de “la evidencia que pruebe las hipótesis propuestas”, ésta se expresa en forma de análisis gráficos, pre-modelos, modelos, animaciones, planos, análisis biomecánicos, análisis configuracionales, etc. Todos estos análisis tienen como temario los gradientes de mejoramiento que se presentan en el diseño a partir del estado del arte, explicando en detalle las mejoras propuestas y el modo en que se pretenden llevar a la realidad.

Los resultados pueden incluir el subtítulo de DISCUSION. En esta clase de apartados se incluye un análisis de las implicaciones de los resultados, y de las relaciones entre lo que se obtuvo y lo que habían obtenido otros diseñadores u objetos similares en el mercado.

8. Conclusión. Este apartado suele ser una recapitulación de lo analizado en el reporte y, a veces, se agrega una mención de cómo aplicar los resultados. Es deseable una tabla que resume todos los gradientes de mejoramiento en forma concreta.

9. Reconocimientos. En este segmento complementario se incluye una mención de los patrocinadores de la investigación y de personas o instituciones que hayan prestado ayuda importante para el desarrollo del trabajo.

Ejemplo:

Este trabajo fue apoyado en gran medida por la empresa Atlas eléctrica y el Programa de Investigaciones Avanzadas de Texas. Agradecemos a los señores Juan Hernández, de la Universidad de Costa Rica, y a Carlos Vargas, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, quienes revisaron la sección relativa a tecnología.

10. Referencias. Se trata de las fuentes de información que se usaron en la investigación, portales de Internet, Industrias que ayudaron, Folletos y Catálogos consultados así como la lista de publicaciones aludidas a lo largo del reporte. Se incluyen al final del informe las fichas bibliográficas de las publicaciones. identificadas

con el número de la primera vez que se citaron. Si se aludieran más de una vez, en el cuerpo del texto se repite el número.

Ejemplos:

1.D. E. Denning [1982]. Cryptography and Data Security, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass.

2.R.M. Needham and M.D. Schroeder [Dec. 1978], "Using Encryption for Authentication in Large Networks of Computers." Comm, ACM, Vol. 21, No.12, pp. 993-999.

9. Nota biográfica. Como punto último de este tipo de publicaciones se incluye una breve nota biográfica de cada uno de los autores. Menciona el nombre, los estudios, el área de interés profesional y, en algunos casos, la dirección postal. Se complementa con una fotografía.

Ejemplo:

Thomas Y. C. Woo es estudiante de doctorado en el Departamento de Ciencias del Diseño de la Universidad de Essen, en Alemania. Sus intereses profesionales se concentran en los sistemas de transporte y de distribución.

El señor Woo recibió un bachillerato en Diseño Industrial (con honores) en la Universidad de Hong Kong, y una maestría en la misma especialidad en la Universidad de Texas en Austin.

Referencias bibliográficas

[A2001] Aichel O. El Mundo como proyecto. 1 ed. Barcelona. Editorial Gustavo Gili S.A. 2001

[B1975] Bonsiepe G. Teoría y práctica del Diseño Industrial. Elementos para una manualística crítica. Editorial Gustavo Pili, Barcelona. 1975.

[B1983] Bossi B. Progetto Taxi. Tesi ISIA Firenze. Ottagono 69. Anno 18. Junio 1983.

[B1989] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr. Märkte gewinnen mit Design neue Lösungen durch neue Werkstoffe. Passau. 1989

[B1999] Ball P. The Self-Made Tapestry. Pattern Formation in Nature. Oxford University Press. Oxford. 1999.

[B2000] Beasley R. y otros. Signs, for sale. 4 ed. Ottawa. Legal Ed. 2000

[B2000] Bounford T. Diagramas digitales, cómo diseñar y presentar información gráfica. Editorial Gusta Gilli. Ciudad de México. 2000.

[BKP1984] Bonsiepe G, Kellner P, Poessnecker H. Metodología Experimental Desenho Industrial. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico. Editorial Brasilia. 1984.

[D1998] Danesi M. Sign, Thought & Culture 4 ed. Toronto. Canadian Scholars Press 1998

[F1985] Franzoni R. Via col vento. Il nuovo Comet di Andre Vallicelli. Ottagono 76. Anno 20. Marzo 1985.

[F2004] Fumagalli G. Ability. YD. Yacht Design. N.3 Pissa. 2004.

[H1987] Heufter G. Produkt Design, von der Idee zur Serienreise. 4 ed. Viena. Veritas Verlag 1987

[H2005] Hess M. Formvollendet. Eine sammlung ästhetischer, mathematisch definierter formen. Verlag niggli ag. Surgen | zürich. 2005

[HC1995] Hernández-Castro Franklin. Estética Artificial. 1 ed. San José. Editorial MithOz, 1995

[HG2004] Haller L. Cullen Ch.D. Design Secrets: Products 2. Rockport Publishers. Gloucester, Massachussets. 2004.

[HS2003] Hernández-Sampieri Roberto y otros. Metodología de la Investigación. 3 ed. Mexico D.F. McGraw Hill, 2003

[I2001] IDSA Design Secrets: Products, 50 Real-Life Projects Uncovered. Rockport Publishers. Gloucester, Massachussets. 2001

[J2002] Jordan P. W. An Introduction to Usability, 2 ed. London, 2002

[K1980] Kueppers. H. Fundamentos de la teoría de los colores. Ediciones Gustavo Pili, S.A. Barcelona. 1980.

[K1986] Krisztian G. Layout Schule. DuMont Handbuch. DuMont Buchverlag. Köln. 1986.

[K1988] Krick E. Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería. 2 ed. México: LIMUSA, 1988.

[L1989] Laseau P. Graphics Thinking for Architects and designers. 1 ed. Ontario: Nostrand Reinhold, 1989

[LHB2003] Lidwell W. Holden K. Bulter J. Universal Principles of Design. RockportPublishers, Inc. New York. 2003

[M1998] Macaulay D. The New Whay Things Work. Walter Lorraine Book. New York. 1998.

[N2002] Norman, D. A. The design of everyday things. 2 ed. Basic Books E. New York, 2002

[N2004] Norman, D. A. Emotional design. 1 ed. Basic Books E. New York, 2004

[P1985] Powell D. Técnicas de Presentación. Guía de dibujo y presentación de proyectos y diseños. Hermann Blume. Madrid. 1985.

[P1986] Pavan C. Estrutura e Estética do Produto. Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Brasília. 1986

[P2004] Parr J. W. Aesthetic Intentions in Product Design. Departament of Product Design, Norwegian University os Science and Technology. 2004

[PV2002] Pérez J. Verdaguer Pujades N. Y otros. El pensamiento gráfico, un proceso de comunicación. Universidad de Girona. 2002

[R1984] Ricci M. Progetto di trattore per uso agricolo. Ottagono 74. Anno 19. Septiembre 1984.

[RS1995] Rose S. and Schlager N. How Things Are Made. From Automóviles to Zippers. Black Dog & Leventhal Publishers. New York. 1995.

[UE2004] Ulrich K. Y Eppinger S.D. Diseño y Desarrollo de Productos. Un enfoque multidisciplinario. Editorial Mc Graw Hill. México. 2004.